



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

**PROSESSITEOLLISUUDEN MATERIAALIEN
TUOTTEISTAMINEN JA
LIIKETOIMINTASKENAARIOIDEN LUOMINEN**

Julia Kittilä

Tuotantotalous

Diplomityö

Heinäkuu 2021

TIIVISTELMÄ

Prosessiteollisuuden materiaalien tuotteistaminen ja liiketoimintaskenaarioiden luominen

Julia Kittilä

Oulun yliopisto, Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Diplomityö 2021, 68 s. + 1 liite

Työn ohjaajat yliopistolla: Harri Haapasalo ja Erno Mustonen

Tuotteistaminen on tärkeä osa uuden tuotteen kehitysprosessia. Tuotteistamisen avulla fyysisistä ja aineettomista materiaaleista sidotaan kokonaisuus, joka näyttäytyy selkeänä tuotteena asiakkaalle.

Työn tavoitteena on perehtyä tuotteistamiseen prosessiteollisuuden tuotteiden kautta, luoda erilaisia vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja tuotteen ympärille ja analysoida vaihtoehtoja. Aihetta käsitellään kolmen tutkimuskysymyksen kautta, joita ovat:

- TK1 Mitä keinoja käytetään prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa?
- TK2 Mitkä ovat tuotteistusvaihtoehdot case-yrityksen tuotteen kohdalla?
- TK3 Mitkä ovat skenaarioiden taloudelliset hyödyt business case -analyysin perusteella?

Tutkimusmenetelminä toimi kirjallisuuskatsaus ja empiirinen osa, jossa koottiin lähtötietoja eri skenaariovaihtoehdoista työpajan avulla. Empiriaosaan liittyi myös haastatteluja, joiden avulla sekä valmisteltiin työpajaa, että tarkennettiin joitain työpajassa ilmi tulleita asioita.

Työn tuloksena muodostettiin kaksi tuotteistusskenaariota kohdeyrityksen tuotteelle, joista toinen osoittautui liiketoimintatapausanalyysin perusteella kannattavaksi vaihtoehdoksi. Toisen skenaarion kohdalla kohdattiin ristiriita asiakkaan tarpeen ja yrityksen valmistusmahdollisuuksien välillä. Tutkimuksen tulos luo pohjaa, jonka avulla yritys kykenee saattamaan tuotekehitysprosessinsa valmiiksi.

Asiasanat: tuotteistus, liiketoimintamallit, business case analyysi

ABSTRACT

Productization of process industry materials and business scenario creation

Julia Kittilä

University of Oulu, Industrial Engineering and Management

Master's thesis 2021, 68 pp. + 1 Appendix

Supervisors at the university: Harri Haapasalo and Erno Mustonen

Productization is perceived as an essential part of the new product development process. Through productization, physical and intangible product properties are tied into a form that appears as a clear product to the customer.

The aim of the work is to familiarize productization through process industry products, to create various alternative business models around the product and to analyse alternatives. The problems are discussed through three research questions, which are:

- RQ1 What methods are used to productize process industry products?
- RQ2 What are the productization options for the case company's product?
- RQ3 What are the economic benefits of the selected scenarios based on business case analysis?

The research methods were a literature review and an empirical part, in which baseline data on different scenario options were collected through a workshop. The empirical part was also accompanied by interviews, which both prepared for the workshop and clarified some of the issues revealed in the workshop.

As a result of the work, two productization scenarios were formed for the case company's product, one of which proved to be a profitable alternative based on the business case analysis. For the second product, problems were encountered with the customer's need and the company's manufacturing capabilities. The result of the research creates a basis for the company to be able to take the product development process forward.

Keywords: productization, business model, business case analysis

ALKUSANAT

Tämän työn tarkoituksena on tutustua prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamiseen ja hyvän liiketoimintamallin löytämiseen. Työ on tehty Outokumpu Oyj:n alaisuudessa ja se käsittelee yrityksen uuden tuotteen kehitysprojektia. Työ toteutettiin vuoden 2021 maaliskuun ja 2021 heinäkuun välisenä aikana aikana.

Työn ohjaajina toimivat yliopiston puolelta Harri Haapasalo ja Erno Mustonen sekä yrityksen puolelta Topi Ikäheimonen. Haluaisin kiittää Harria ja Ernoa työn ohjauksesta ja opastuksesta sekä Topia asiantuntemuksen jakamisesta ja rehellisestä palautteesta. Lisäkiitokset haluan osoittaa Outokummun työkavereille terässulatolla sekä muille työn kanssa avustaneille niin ferrokromen puolelta, kuin tutkimuskeskukseltakin. Työ ei olisi valmistunut ilman kaikkia teitä.

Lisäksi haluan kiittää perhettäni tuesta opiskelujeni aikana ja kaikkia ystäviä, joita olen tämän kuuden vuoden aikana saanut. Olette tehneet opiskelusta antoisaa ja mukavaa aikaa.

Oulu, 20.7.2021

Julia Kittilä

Julia Kittilä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

MERKINNÄT JA LYHENTEET

1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Tavoitteet ja tutkimusongelmat.....	8
1.3 Tutkimuksen vaiheet	9
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	11
2.1 Tuotekehitys.....	11
2.1.1 Tuote	11
2.1.2 Tuoterakenne	12
2.1.3 Tuotekehityksen vaiheet	13
2.1.4 Tuotekehityksen onnistumisen mittaus.....	16
2.1.5 Design for Manufacturing.....	17
2.2 Tuotteistaminen.....	19
2.3 Liiketoimintamalli.....	21
2.3.1 Viitekehys liiketoimintamallille	23
2.4 Business case -analyysi	24
2.4.1 Tekninen arviointi.....	25
2.4.2 Markkinoiden analysointi	26
2.4.3 Strateginen soveltuvuus	26
2.4.4 Rahoitusanalyysi.....	27
2.5 Kirjallisuuskatsauksen synteesi.....	27
3 AINEISTO JA MENETELMÄ.....	30
3.1 Tutkimusmenetelmät.....	30
3.2 Tutkimusympäristö	33
3.2.1 Case-yrityksen kuvaus	33
3.2.2 Ferroseokset.....	34
3.2.3 Valmistusprosessi ja -teknologiat	35
3.3 Tuotteistamisen edellytykset.....	40
3.3.1 Markkinoiden arviointi	40
3.3.2 Tekninen toteutettavuus.....	41

3.3.3 Strateginen soveltuvuus	44
3.4 Kilpailevat tuotteet	44
3.4.1 Ferromolybdeeni	46
3.4.2 Molybdeenitrioksidi	47
4 TUOTTEISTUSSKENAARIOT	49
4.1 Skenaariotyöpaja	49
4.2 Skenaario 1	51
4.2.1 Kaupalliset mahdollisuudet	51
4.2.2 Tekninen toteutus	52
4.2.3 Strateginen sopivuus	55
4.3 Skenaario 2	56
4.3.1 Kaupalliset mahdollisuudet	56
4.3.2 Tekninen toteutus	57
4.3.3 Strateginen sopivuus	57
4.4 Business case -analyysi	57
4.4.1 Skenaario 1	57
4.4.2 Skenaario 2	59
4.5 Suositukset	59
5 ARVIOINTI JA YHTEENVETO	61
5.1 Työn päätulokset	61
5.2 Tutkimuksen arviointi	62
5.3 Jatkotutkimustarpeet	63
LÄHDELUETTELO	64

LIITEET:

Liite 1. Raaka-aineiden maailmanmarkkinahintojen keskiarvot vuodelta 2020. (Metal Bullet)

MERKINNÄT JA LYHENTEET

AOD	Argon Oxygen Decarburization, AOD-konvertteri
BCA	Business Case Analysis, liiketoimintatapauksen analysointi
BMC	Business Model Canvas, Liiketoimintamallikanvaasi
C	Hiili
CaO	Kalkki
Cr	Kromi
CRK	Kromikonvertteri
DfM	Design for Manufacturing, tuotteen valmistettavuus
DfX	Design for X, tuotteen suunnittelu tarpeen X mukaan
Fe	Rauta
FeCr	Ferrokromi
FeCrMo	Ferrokromimolybdeeni
FeMo	Ferromolybdeeni
FeSi	Ferropii
Mo	Molybdeeni
MoO ₃	Molybdeenitrioksidi
Si	Pii
SiO ₂	Piidioksidi
VKU	Valokaariuuni

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Uusien tuotteiden kehitys on tärkeä osa yrityksen toimintaa, jotta se pysyy kilpailussa mukana ja kykenee vastaamaan markkinoiden muuttuviin tarpeisiin. Menestykseen ei aina riitä, että tuote on todella hyvä, vaan tuote täytyy tuotteistaa oikein. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 2-3). Tuotteistamisen käsite on etenevissä määrin yleistynyt puhuttaessa tuotekehityksestä. Se on myös määritelty monin eri tavoin. Tuotteistamisen avulla tarve yhdistetään tuotemaiseen objektiin, jolla on kaupalliset valmiudet. (Härkönen ym. 2015). Edellä mainittu koskee myös prosessiteollisuuden tuotteiden kehittämistä ja tuotteistamista.

Uuden tuotteen kohdalla hyvä tuotekehitys ja tuotteistaminen ei vielä takaa onnistumista. Kehityksen aikana uusia ideoita on arvioitava niiden kannattavuuden ja soveltuvuuden kautta. Jatkuva arvioiminen tuotekehityksen edetessä auttaa tunnistamaan menestyjät sekä sellaiset kehitysprojektit, joiden kehittämistä ei kannata jatkaa. (Cooper 1991. s. 15-16)

Prosessiteollisuudessa liikkuu valtavat materiaalivirrat. Prosessia optimoimalla jo pienillä muutoksilla voidaan lisätä tuottavuutta. Optimointi voi tapahtua käyttämällä raaka-aineita, joiden prosessointi vaatii vähemmän työtä, aikaa tai muita raaka-aineita. Uutta tuotetta kehittäessä prosessiteollisuuden tarpeisiin täytyy ottaa huomioon sen käytettävyys tuotantoketjun seuraavissa vaiheissa ja se, että tuotteen valmistamiseen vaaditut resurssit hyödyntävät koko valmistusketjua. (Fransoo & Rutten 1994).

1.2 Tavoitteet ja tutkimusongelmat

Työn kohdeyrityksenä on terästeollisuudessa toimiva Outokumpu Oy. Yrityksessä on meneillään uuden tuotteen kehitys. Tuote on ferroseos, joka sisältää ferrokromia ja molybdeeniä. Se valmistetaan yrityksen kahden liiketoiminta-alueen Stainless:n ja Chromen yhteistyönä, mutta liitetään osaksi Chromen tuoteportfoliota. Tuotteistaminen

on Stainless:n puolella tunnettu käsite, koska uusia ruostumattomia teräslajeja kehitetään jatkuvasti. Chromen puolella tuoteportfolio on ollut hyvin stabiili ja se on koostunut pienestä määrästä tuotteita, jolloin tuotteistamiselle ei ole ollut samanlaista tarvetta.

Työn tavoitteena on löytää potentiaalisia skenaarioita tuotteistaa uusi ferrokromia ja molybdeenä sisältävä ferroseos. Lisäksi tavoitteena on analysoida eri vaihtoehtojen kannattavuutta. Työssä käytetään hyödyksi tuotteistamisen menetelmiä yhdistettynä tuotekehitykseen ja liiketoimintatapauksen muodostamiseen. Analysointi perustuu business case -analyysiin. Työn tavoitteet saavutetaan vastaamalla kolmeen seuraavaan kysymykseen.

- TK1 Mitä keinoja käytetään prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa?
- TK2 Mitkä ovat tuotteistusvaihtoehdot case-yrityksen tuotteen kohdalla?
- TK3 Mitkä ovat skenaarioiden taloudelliset hyödyt business case -analyysin perusteella?

Kirjallisuuskatsauksen on tarkoitus vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Toisen ja kolmannen tutkimuskysymyksen aineistoa kerätään ja tutkitaan empiriaosiossa ja tulokset esitellään empiriaosan jälkeen.

1.3 Tutkimuksen vaiheet

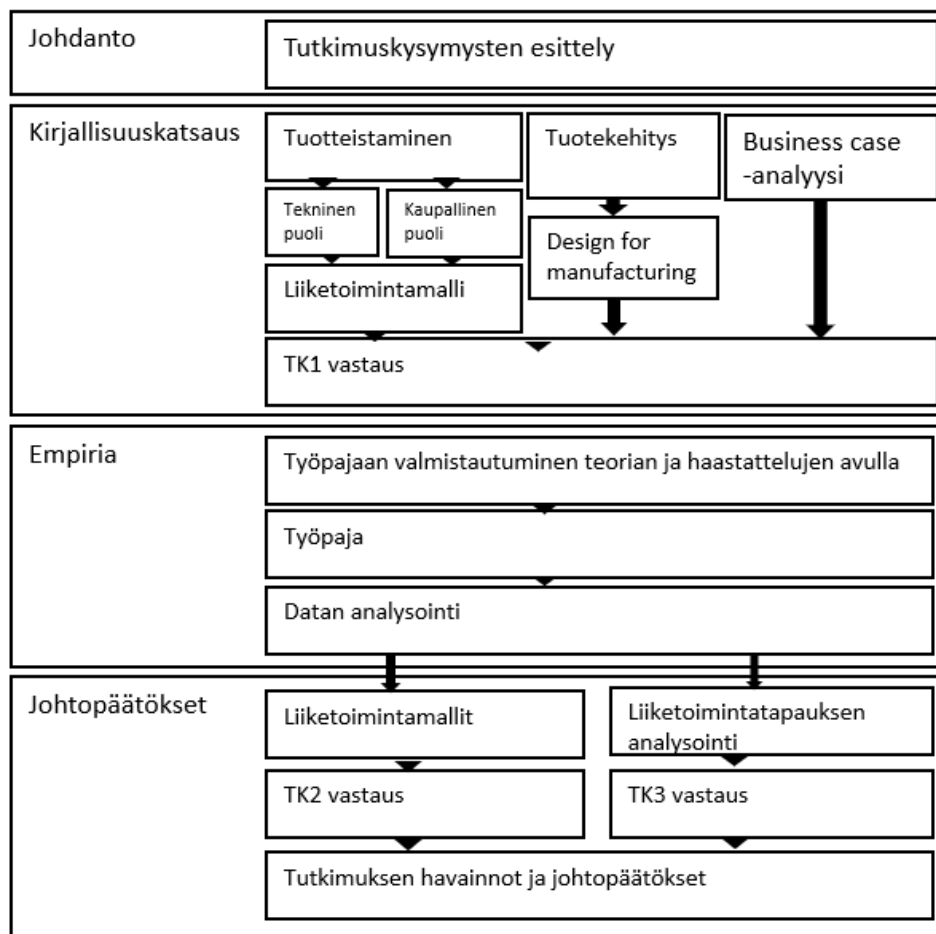
Tutkimus alkaa kirjallisuuskatsauksella, jossa käydään läpi aikaisempaa tietoa tuotteistamisesta, liiketoimintamallin muodostamisesta ja tapausten analysoinnista. Lähteinä on käytetty tieteellisiä artikkeleita, julkaisuja ja väitöskirjoja. Tarkoitus on käsitellä aihetta sekä yleisesti, että prosessiteollisuuden tuotteiden näkökulmasta. Tavoitteena on, että tuotteistamiseen vaadittavat konseptit tulevat käydyksi läpi tässä osiossa ja TK1 tulee vastatuksi.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen käsitellään työssä käytettyjä tutkimusmenetelmiä ja -aineistoa. Tavoitteena on luoda tarpeeksi tietoa tuotteistusskenaarioiden muodostamista ja analysointia varten. Lisäksi esitellään tutkimusympäristö eli case-yritys, käydään läpi mitä ferroseokset ovat sekä kerrataan työn kannalta oleellisia metallurgiaan liittyviä

perusasioita. Osio jatkuu kilpailija-analyysillä, joka luo pohjaa business case -analyysille. Empiriaosuus ei vastaa tutkimuskysymyksiin, vaan sen tehtävänä on olla tutkiva empiria, josta saadulla tiedolla pohjustetaan TK2 ja TK3. Tämän osion jälkeen siirrytään esittelemään skenaariot.

Kun kaikki tarvittava tieto on koottu, skenaariot voidaan muodostaa. Työssä annetaan kaksi vaihtoehtoista tuotteistusskenaariota käsiteltävälle tuotteelle. Skenaariot esitellään sekä niiden ominaisuuden käydään läpi tekniseen ja kaupalliseen puoleen jaoteltuna. Lopuksi analysoidaan eri skenaariot niiden business case -analyysin mukaan.

Johtopäätöksissä työn lopuksi käydään läpi tutkimuskysymysten vastaukset ja arvioidaan tulosten luotettavuutta. Lisäksi pohditaan mahdollisia jatkotutkimuksia.



Kuva 1. Tutkimuksen vaiheet

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Diplomityön kirjallisuuskatsaus pyrkii vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ”Mitä keinoja käytetään prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa?”. Kirjallisuuskatsauksessa käydään läpi tuotteen ja tuotteistamisen määritelmä, tuotekehityksen rakenne sekä viitekehys tuotteistusskenaarion muodostamiselle. Lisäksi käsitellään työkaluja liiketoimintamallin analysointiin.

2.1 Tuotekehitys

2.1.1 Tuote

Tuotteella tarkoitetaan myytävää tavaraa, palvelua tai tietotaitoa. Se voi olla konkreettista kuten jokin fyysinen tavara, aineetonta palvelua tai näiden kahden yhdistelmä. Tuote koostuu erilaisista ominaisuuksista, hyödyistä ja käyttötarkoituksista. (Kahn 2013, s. 462)

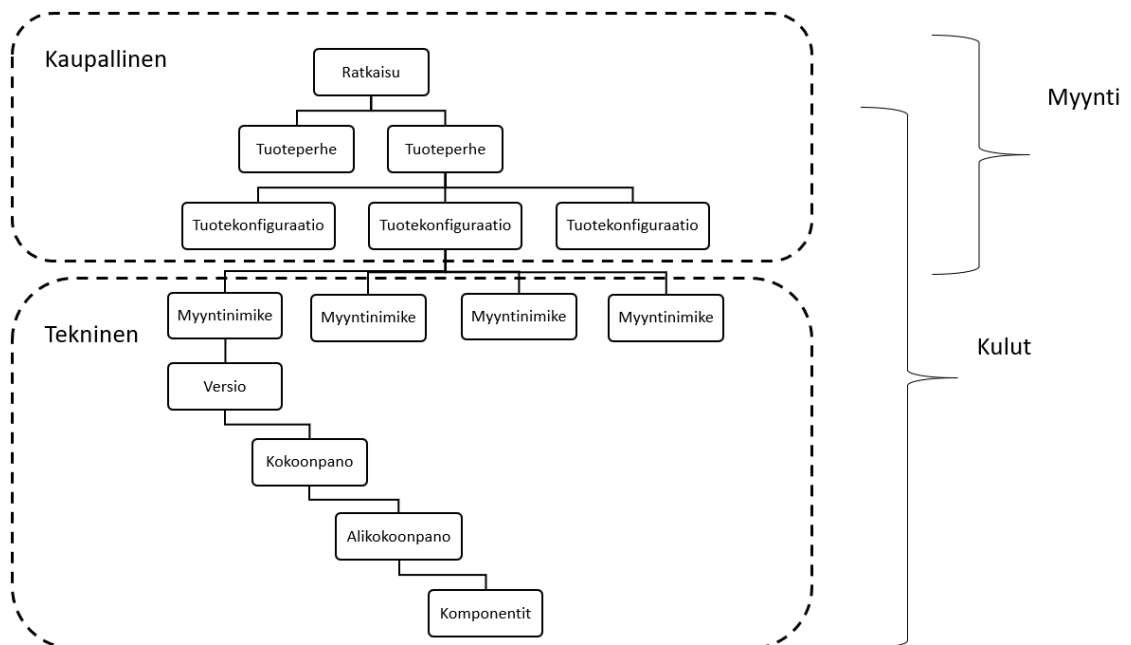
Prosessiteollisuus määritellään teollisuuden alaksi, joka prosessoi bulkkitavaraa joksikin muuksi tuotteeksi (Collins 2021). Erilaisia aloja ovat muun muassa metsä-, kemian-, kaivos-, ja terästeollisuus, öljynjalostamot sekä selluloosa-, paperi- ja sementtitehtaat (Kaimio, Honkala, Halinen & Ahonen 2005). Prosessiteollisuuden tuotteiden tuoterakennetta kutsutaan haarautuvaksi tuoterakenteeksi. Haarautuvuudella tarkoitetaan, että tuotteen valmistus alkaa vain muutamasta raaka-aineesta ja erilaisilla käsittelyillä raaka-aineista saadaan aikaan useita eri tuotteita. Tuotteet valmistetaan erissä sekoittamalla, erottelemalla, muovaamalla ja kemiallisten reaktioiden avulla. Prosessi toimii yleensä tehokkaimmin, kun erät ovat suuria. Suuret erät tarvitsevat myös suuria ja kalliita laitteita. Laitehankinnat ovat kannattavia, mikäli tuotteen tuotantomäärät ovat investoidun kapasiteetin mukaisia. Tyypillisiä prosessiteollisuuden ominaispiirteitä ovat saannin, laadun ja raaka-aineiden vaihtelu. Lisäksi koska tuotetta valmistetaan yleensä suurissa erissä, epäonnistuminen tarkoittaa koko erän hylkäystä. (Fransoo & Rutten 1994)

Tuotekehityksen tavoitteena on luoda uusi tuote. Uuden tuotteen voi määritellä kahdella tapaa, joko yrityksen näkökulmasta tai markkinoiden näkökulmasta. Yrityksen näkökulmasta uusi tuote on sellainen, jota yritys ei ole valmistanut tai myynyt koskaan

aikaisemmin. Markkinoiden näkökulmasta uusi tuote voi olla täysin uusi innovaatio, jota markkinoilla ei ole aikaisemmin nähty. (Cooper 1991 s. 5). Edellisten lisäksi Trott (2008. s. 400) listaa uuden tuotteen määritelmiksi myös vanhan tuotteen perusteella tehdyn parannellun version, tuotteen käyttötarkoituksen muuttamisen sekä olemassa olevan tuotteen kustannusten pienentämisen, jolloin tuote voi näyttää asiakkaalle täysin samalta, mutta yritys kykenee valmistaa sen paljon edullisemmin.

2.1.2 Tuoterakenne

Tuoterakenne on osa tuoteportfolion hallintaa ja sitä voidaan kutsua tuotetiedon hallinnan selkärangaksi. Se sisältää tietoa tuotteen komponenteista, materiaaleista, ohjelmistoista ja teknisistä ominaisuuksista. Rakenne säilyy koko tuotteen elinkaaren ajan. Tuotteen rakenne on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen on tietoa sisältävä osa ja toisessa on tuotteen fyysinen rakenne. (Kropsu-Vehkaperä, Haapasalo, Härkönen & Silvola 2009) Tolonen, Härkönen ja Haapasalo (2014) ovat myöhemmin ehdottaneet näiden kahden tuoterakenteen osan nimeämistä termein tekninen ja kaupallinen.



Kuva 2. Tuoterakenne. (Mukaiillen Tolonen ym. 2014)

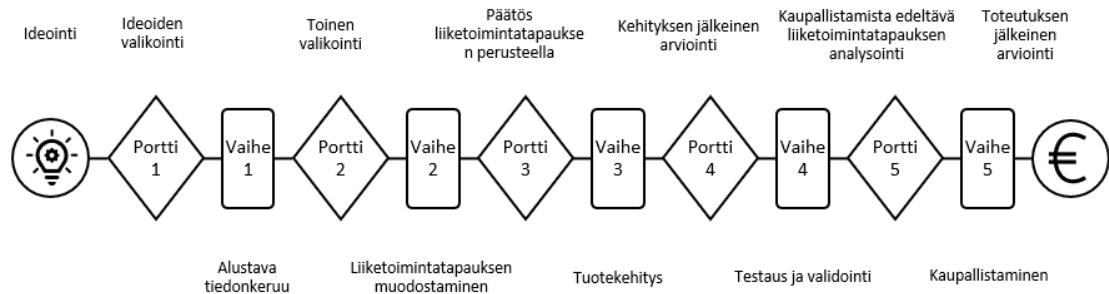
Kuvassa 2 on malli tuoterakenteen muodostamisesta. Tuoterakenne kulkee ylhäältä alaspäin alkaen yrityksen ratkaisusta aina tuotteen pienimpiin komponentteihin asti. Rakenteen kaupallinen ja tekninen taso rajautuu siinä kohtaa, mitä asiakas näkee ja ei näe. Kaupallinen puoli on tuotteen asiakkaalle näkyvä osa ja siitä selviää itse tuote, tuoteperhe ja mihin tarpeisiin tuote vastaa, sekä mitä eri variaatioita tuotteesta on saatavilla. Kaupallinen taso on se, joka tuottaa yritykselle rahaa. (Tolonen ym. 2014)

Tekninen taso ei näy asiakkaalle ja se kuvaa, miten tuote on rakennettu ja mitä komponentteja se sisältää. Tekninen osa auttaa yritystä ymmärtämään miten tuote valmistetaan. (Tolonen ym. 2014) Tuoterakenteen muodostaminen auttaa ymmärtämään mistä tuote koostuu. Se auttaa harmonisoimaan tuoteportfoliota ja selkeyttää eri varianttien määrää. (Kropsu-Vehkaperä 2012). Hyvin määritelty tuoterakenteen tekninen osa auttaa ymmärtämään myös mistä palasista tuotteen kustannukset koostuvat ja mahdollistaa kustannussäästöjen tekemisen sen eri osissa (Tolonen ym. 2014).

2.1.3 Tuotekehityksen vaiheet

Cooper (1990) on kehittänyt tuotekehitykselle stage-gate -prosessin. Siinä vaiheiden (stage) välissä on aina portti (gate). Portin läpäistäkseen tuotteen täytyy täyttää tietyt vaiheelle asetetut kriteerit. Jos kriteerit täyttyvät, projekti saa päätöksen ”go” ja jatkaa seuraavaan vaiheeseen. Jos ne eivät täyty päätös on ”kill” ja tuotekehitysprojekti lopetetaan. Kolmas vaihtoehto on ”hold”, joka tarkoittaa että projekti pysäytetään, mutta sitä voidaan jatkaa, mikäli portin kriteerit myöhemmin täyttyvät. (Cooper 1990) Mallin tarkoitus on hallita riskiä, sillä jokainen vaihe on edeltäjäänsä kalliimpi. Näin pystytään jatkuvasti arvioimaan kannattavia ja kannattamattomia tuotekehitysideoita ja karsimaan huonot tuotekehitysideat pois mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Cooper 1991, s. 48-49)

Tuotekehitysprosessin vaiheissa voi olla eroja eri yritysten ja käyttäjien mukaan, mutta tyypillisesti se sisältää viisi vaihetta ja porttia. Kuvassa 3 esitelty Cooperin malli toimii runkona, joka sopii useille aloille sellaisenaan tai sitä voidaan muokata kohteen mukaan. (Cooper 1990)



Kuva 3. Tuotekehityksen vaiheet (mukaiillen Cooper 1990)

Ideointi

Tuotekehitysprosessi alkaa ideasta. Idea voi syntyä monin eri tavoin. Esimerkiksi yritys löytää tavan muokata omia tuotteitaan paremmiksi tai se huomaa asiakkaalla olevan tarve jollekin tuotteelle. Uusia tuoteideoita tulisi yrityksessä olla paljon, jotta niiden joukosta voidaan valita parhaimmat. (Cooper 1991, s. 49)

Ideoiden seulontavaiheessa (portti 1) tarkoituksena on löytää ne ideat, joita päätetään jatkojalostaa. Tässä vaiheessa tuoteideasta ei vielä ole kovin paljon tietoa olemassa, eikä tiedonhankkimiseen ja idean analysointiin ole viisasta käyttää kovin paljoa aikaa tai rahaa. Hyvien ideoiden valikointiin on olemassa useita, jopa satoja, eri menetelmiä, joista tulisi löytää sopivin kyseiseen tilanteeseen. Menetelmän tulee olla toistettavissa, luotettava ja sen tulee kestää tiedon puute ja epävarmuus. Lisäksi hyvä arviointimenetelmä sisältää useamman, kuin yhden kriteerin ja kaiken lisäksi sen tulee olla realistinen ja helppokäyttöinen. Jos idea läpäisee tämän vaiheen eli saa päätöksen ”go”, se siirtyy alustavaan arviointiin. (Cooper 1991, s. 95-100)

Alustava tiedonkeruu

Tässä vaiheessa idean jalostamiseen käytetään jo vähän enemmän resursseja. Tarkoitus on kerätä tietoa markkinoiden koosta ja kasvusta, segmenteistä ja kilpailijoista. Tiedonkeruulle on hyvä asettaa ajallinen takaraja. Se voi olla esimerkiksi kolme viikkoa, jonka aikana tulisi kerätä niin paljon tietoa edellä mainituista asioista, kuin mahdollista.

(Cooper 1991, s. 56) Vaiheen tarkoitus on arvioida tuotteen valmistettavuutta sekä kustannuksia ja toteutusaikaa (Cooper 1990).

Tiedonkeruun jälkeen siirrytään seuraavalle portille (portti 2). Aikaansaatu tutkimus ei ole täydellinen, mutta sen perusteella voidaan tehdä päätös, jatketaanko projektia vai lopetetaanko se. (Cooper 1991, s. 56) Päätös tehdään samoin perustein, kuin portilla 1, mutta nyt tietoa on enemmän käytettävissä (Cooper 1990).

Liiketoimintatapauksen analyysi

Business case analyysin tarkoitus on tuottaa yritykselle tietoa siitä, miten jokin investointi tulee menestymään. Näin vältetään aikaisessa vaiheessa huonot vaihtoehdot ja valitaan hyvät. On monia eri tapoja tehdä analyysi, mutta sen tulisi sisältää ainakin nämä kolme osiota: liiketoiminnan tavoitteet, hyödyt ja kustannukset sekä riskienarviointi. (Berghout & Tan 2013) Analyysin haasteina on oikean tiedon valinta ja sen käsittely oikein. Kaikki tarvittava tieto ei välttämättä ole käytettävissä, jolloin olemassa olevaa tietoa iteroimalla saadaan päätös siitä, jatketaanko projektia vai ei. (Kinnunen, Pekuri, Haapasalo & Kuvaja 2011) Kirjallisuuskatsauksessa on myöhemmin palattu yksityiskohtaisempaan selostukseen liiketoimintatapauksen analysoinnista.

Kehitys

Kehitysvaiheessa (vaihe 3) aloitetaan varsinainen tuotteen kehitys. Tutkimus- ja kehitystiimi on tiiviisti mukana tuotteen teknisen puolen toteuttamisessa. Vaiheen tavoitteena on tuottaa prototyyppi tuotteesta. Lisäksi tuotteelle muodostetaan markkinointisuunnitelma, joka kattaa mm. hinnoittelun, jakelun, mainostuksen ja myyntistrategian. (Cooper 1991, s. 60-61) Myös tuotteen talousanalyysi päivitetään uusimman tiedon mukaiseksi. (Cooper 1990)

Jotta kehitysvaiheesta päästäisiin seuraavaan testausvaiheeseen, täytyy läpäistä portti 4. Läpäistäkseen portin, kehitystyön täytyy täyttää laatuvaatimukset. Portilla myös tarkastetaan markkinointisuunnitelma ja päivitetty talousanalyysi. (Cooper 1990)

Testaus ja validointi

Testausvaiheessa tuotteen laatua ja ominaisuuksia voidaan testata yrityksen sisällä tai testiasiakkailla. Näin nähdään, miten tuote käyttäytyy oikeassa elämässä ja miten asiakkaat ottavat sen vastaan. Tässä vaiheessa viimeistellään taloudelliset laskelmat, jotta saadaan mahdollisimman tarkka arvio tuotteen muodostamista kuluista ja tuotosta. (Cooper 1990) Kun tuote pääsee testiasiakkaiden käyttöön, nähdään toimiiko se käytännössä kuten on ajateltu. Asiakkailla on taipumus löytää eri käyttötarkoituksia tai käyttötapoja tuotteille, joita ei kehitysvaiheessa osattu huomioida. Testien tuloksena on viimeiset tuotteelle tehtävät parannusehdotukset ennen markkinoille tuontia. (Cooper 1991, s. 61)

Testauksen ja validoinnin jälkeen saavutetaan viimeinen portti, jossa voidaan vielä tehdä joko ”go” tai ”kill” päätös. Testausten jälkeen tuotetta voidaan vielä parannella ja päätös tehdään viimeisimmän version mukaan. (Cooper 1990)

Kaupallistaminen

Viimeisessä vaiheessa otetaan käyttöön aiemmin tehty markkinointisuunnitelma sekä toimintasuunnitelma. Suunnitelmia on projektin edetessä arvioitu ja paranneltu sitä mukaan, kun uutta tietoa on tullut saataville.

2.1.4 Tuotekehityksen onnistumisen mittaus

Tuotekehityksen onnistumista voidaan mitata eri mittareilla. Päämäärä on olla mahdollisimman tuottoisa, mutta miten sitä mitataan? Tuotekehityksen tuottavuuden mittaamiseksi on määritetty 5 tekijää. Niitä ovat tuotteen laatu, tuotteen kustannukset, kehitykseen käytetty aika, raha ja kehityksen kyvykkyys. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 2-3)

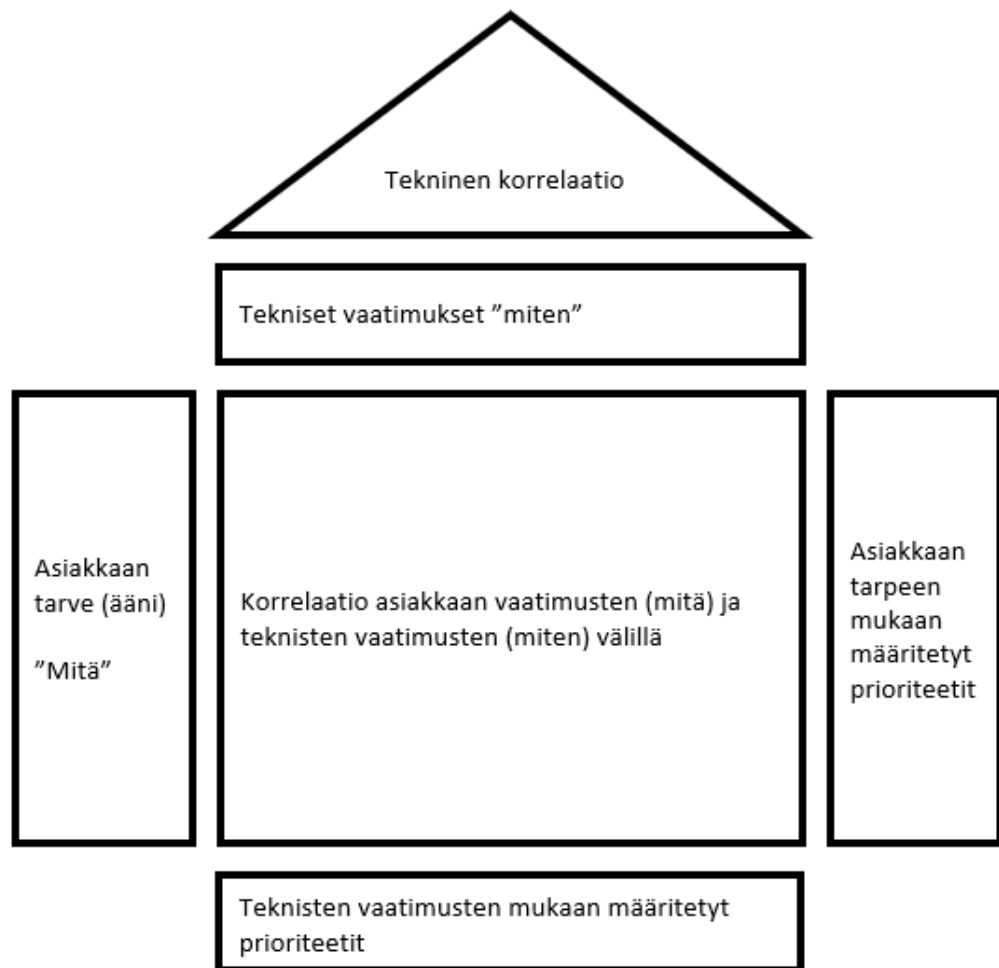
Tuotteen laatu kertoo sen, kuinka hyvin se vastaa asiakkaiden tarpeisiin ja kuinka luotettava se on. Laatu korreloi suoraan siihen kuinka paljon asiakkaat ovat valmiita maksamaan. **Tuotteen kustannukset** kertovat, paljonko sen tekeminen maksaa. Mitä suuremmat kustannukset, sitä pienempi tuotto. **Kehitykseen käytetty aika** kertoo siitä,

kuinka tehokas firma on. Yritys, joka voi kehittää tuotteen lyhyessä ajassa, pystyy vastaamaan nopeasti muuttuviin markkinatilanteisiin. **Kehityksen kustannukset** kertovat paljonko kehitystyö vaati rahaa. Usein käytetty raha on suhteessa käytettyyn aikaan. **Kehityksen kyvykkyys** tarkoittaa miten hyvin yritys voi tulevaisuudessa hyödyntää jo tehtyä työtä uusien tuotteiden kehityksessä. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 2-3)

2.1.5 Design for Manufacturing

Design for X on metodi, jolla kehitetään tuote jonkin tietyn kriteerin mukaan. Kriteerivaihtoehtoja on lukemattomia, esimerkiksi luotettavuus, ympäristövaikutukset tai kestävyys. (Ulrich & Eppinger 2012 s. 255) Design for Manufacturing (DfM) tarkoittaa tuotteen suunnittelua sen valmistuksen ja tuotannon kannalta. Design tarkoittaa tuotteen rakennetta ja se kertoo millainen tuote pitäisi valmistaa. Mitä pidemmälle suunnittelussa mennään ja mitä enemmän tietoa saadaan, sitä yksityiskohtaisempi suunnitelmasta muodostuu. (Poli 2001 s. 1) Ulrich ja Eppinger (2012 s.255) määrittävät DfM:n keinoksi pienentää tuotteen valmistuskustannuksia ja sitä kautta kasvattamaan tuottoa. Myös toisen lähteen mukaan DfM pyrkii siihen, että haluttu tuote saadaan valmistettua mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tämä vaatii myynnin ja suunnittelupuolen yhteistyötä. (Hermann, Cooper, Gupta, Hayes, Ishii, Kazmer, Sandborn & Wood 2004)

Yleisin DfM:ssä hyödynnetty työkalu on Quality Function Deployment (QFD) eli laatutalo. Se yhdistää asiakkaan tarpeet (MITÄ) teknisiksi ominaisuuksiksi (MITEN). (Hermann ym. 2004) Laatutalon on tarkoitus olla työkalu, joka määrittää asiakkaan tarpeen ja yhdistää organisaation osa-alueet siten, että tämä tarve saadaan täytettyä. QFD -matriisi sisältää kuusi osa-aluetta, joita ovat miksi, miten sekä neljä muuta, jotka selittävät näiden kahden ensin mainitun korrelaatiota. Sana laatutalo tulee siitä, että osa-alueista muodostetaan kaavio, joka muistuttaa taloa. Esimerkki kaaviosta on kuvassa 4. (Zairi & Youssef 1995)



Kuva 4. Esimerkki laatu-talosta. (Mukaillen Zairi ja Youssef 1995)

Ulrich ja Eppingerin (2012. s.256-273) mukaan DfM-prosessi sisältää 5 vaihetta ja niiden iteraatioita. Ensimmäisen vaiheen tarkoituksena on arvioida tuotteen valmistuskustannuksia. Kustannusten tarkka arviointi voi olla vaikeaa, joten tavoite on tehdä arviointi niin tarkkaan, kuin mahdollista. Huomioon otettavia kustannustekijöitä ovat raaka-aineet, ostetut komponentit, henkilöstökulut, energia ja välineet. Kustannustekijät voidaan jakaa kolmeen osaan. Komponentteihin, asennukseen ja tukitoiminnoiksi. Jokainen kustannustekijä jaetaan yhä pienempiin osiin ja niille määritetään hinta. Toisessa vaiheessa pyritään pienentämään ensimmäisessä vaiheessa määritettyjen komponenttien kustannuksia. Keinoja vähentää yksittäisen komponentin hintaa ovat osien uudelleensuunnittelu yksinkertaisempaan muotoon, standardikomponenttien käyttö tai suurentamalla kyseisen komponentin tuotantomäärää,

jolloin yksittäisen komponentin hinta laskee. Kolmantena vaiheena on asennuskustannusten pienentäminen. Asennuskustannuksia saadaan pienennettyä käyttämällä integroitua osia, jolloin työn määrä vähenee. Toinen vaihtoehto on tehdä asennuksesta mahdollisimman yksinkertaista. Yksinkertaisuus saavutetaan mm. tekemällä osista sellaisia, että niiden yhdistäminen ei vaadi työkaluja tai että työtä voi tehdä kääntämättä osaa. Neljännessä vaiheessa pyritään pienentämään tukitoimintojen kustannuksia. Jo kahden edellisen kohdalla voidaan saada säästöjä myös tukitoiminnoissa. Esimerkiksi komponentteja integroimalla varastopaikkojen tarve pienenee. Erilaisten variaatioiden määrä lisää myös tukitoimintojen kustannuksia, koska ne vaativat erikseen seuranta- ja hallintaa ja käsittelyä. Viidennessä vaiheessa täytyy ottaa huomioon DfM:n vaikutukset muihin eri tekijöihin. DfM voi pidentää tuotekehitykseen käytettyä aikaa, jolloin täytyy pohtia kumoavatko saavutetut hyödyt kaikki haitat. Kun kehitysaika pitenee, myös sen kustannukset nousevat. Lisäksi täytyy pohtia, heikentääkö vai parantaako DfM tuotteen laatua.

2.2 Tuotteistaminen

Tuotteistamisen määritelmä on laaja. Eräissä tutkimuksissa 22 eri määritelmän pohjalta tuotteistaminen on määritelty sellaiseksi prosessiksi, jonka tarkoitus on tietoa keräämällä tuottaa korkealaatuisia kaupallisia tavaroita tai palveluja. (Suominen, Kantola & Tuominen 2009). Härkönen, Haapasalo ja Hänninen (2015) ovat myöhemmin tehdyssä tutkimuksessa tarkentaneet määritelmää muotoon:

”Tuotteistaminen on prosessi, jossa analysoidaan tarve, määritellään ja yhdistetään sopivat aineelliset ja aineettomat elementit tuotemaiseksi objektiksi, joka on standardisoitu, toistettavissa ja ymmärrettävä. Tuotteistamisen toiminnot kattavat tuotteen kaupallisen valmiuden, jotta sitä voidaan tuottaa, toimittaa myydä, ostaa ja käyttää.”

Joskus tuotteistamista on pidetty samana asiana, kuin kaupallistamista eli tuotekehityksen viimeistä vaihetta. Ei kuitenkaan käy järkeen, että tuotteistaminen huomioidaan ensimmäisen kerran koko tuotekehityksen aikana vasta sen viimeisessä vaiheessa. Nähdään että tuotteistamisen tulee olla mukana tuotekehityksen jokaisessa vaiheessa,

jolloin tuotteen kaupallinen ja tekninen kehitys ovat mukana tuotekehityksen alusta alkaen. (Suominen ym. 2009)

Simula, Lehtimäki ja Salo (2008) ovat määrittäneet tuotteistamiselle viitekehyksen, johon kuulu kaksi osaa. Sisäinen ja ulkoinen tuotteistaminen. Sen tarkoituksena on luoda yhteys ja ymmärrys tuotekehityksen ja markkinoinnin välille. Tuotteistamisen onnistuminen vaatii yritykseltä kykyä tasapainotella tuotannon ja myynnin välillä. Tuotteistusta käsitellään usein palvelujen tuotteistamisen kautta, mutta heidän tutkimuksessaan on keskitytty vain konkreettisen tavarantoitteistamiseen. Sisäisestä ja ulkoisesta tuotteistamisesta voidaan myös käyttää määritelmää tekninen ja kaupallinen tuotteistaminen, kuten tuoterakenteessa.

Ulkoiseen tuotteistamiseen kuuluu toiminnot, jonka jälkeen yrityksellä on valmis myytävä tuote. Siihen kuuluu kaikki se, mitä asiakas saa ydintuotteen lisäksi. Tuote voi jäädä myymättä, vaikka se olisi teknisesti erittäin hyvä ja korkealaatuinen, jos ulkoiseen tuotteistamiseen ei ole panostettu tarpeeksi tai ollenkaan. Ulkoisen tuotteistamisen vaihteita ovat mm. brändäys, takuu, tekninen tuki, myynnin eri työkalut ja logistiikka. Ulkoisen tuotteistamisen ansiosta asiakas ymmärtää mitä ominaisuuksia tuotteeseen kuuluu voi niiden kautta vertailla kannattaako tuote ostaa. (Simula ym. 2008) Jaakkolan (2011) tutkimuksessa usean eri firman henkilöitä haastatellessa kävi ilmi, että asiakkaat odottavat tuotteen olevan mahdollisimman hyvin määritelty. Se tarkoittaa, että asiakas tietää joka kerta mitä tilaa ja tuotteen laatu tai ominaisuudet eivät vaihteile. Jos tuotteita on paljon, eri tuotteiden ominaisuuksien standardointi voidaan toteuttaa modulaarisomalla tuotteilla. Tällöin eri tuotteista muodostetaan paketteja, joiden sisältö on asiakkaalle tiedossa. Tuotteistuksen ansiosta asiakas tietää mistä tuotteen hinta koostuu.

Sisäisellä tuotteistamisella tarkoitetaan tuotteen teknistä toteutusta. Sitä, miten raaka-aineista ja teknologiasta saadaan valmistettua valmis tuote. Sisäisen tuotteistamisen vaihetta voivat olla mm. materiaalin valinta, kokoamisohjeet tai tuotteen testaus. Sisäisessä tuotteistamisessa päätetään myös kuinka standardoitu tai kustomoitu tuote on. Tuotteen valmistusreitti voi olla standardoitu, vaikka lopputulos kustomoitaisiin asiakkaan tarpeiden mukaan. Tärkeintä on määrittää vaiheet ja päättää kustomoinnin aste

niin hyvin, että sitä pystytään hallitsemaan. (Simula ym. 2008) Tuotteistamisesta hyötyy asiakkaan lisäksi myös valmistaja. Tuotteistetun tuotteen ominaisuudet ovat selkeästi määriteltyjä, jolloin asiakas on tietoinen mitä tilaa. Samanaikaisesti tuotteen valmistaja tietää tarkasti, mitä täytyy valmistaa. Koska tuote on tarkkaan määritelty, sen valmistusprosessi voidaan myös määritellä ja standardisoida. Tällöin tuotantoprosessi voidaan toteuttaa systemaattisesti. (Jaakkola 2011)

2.3 Liiketoimintamalli

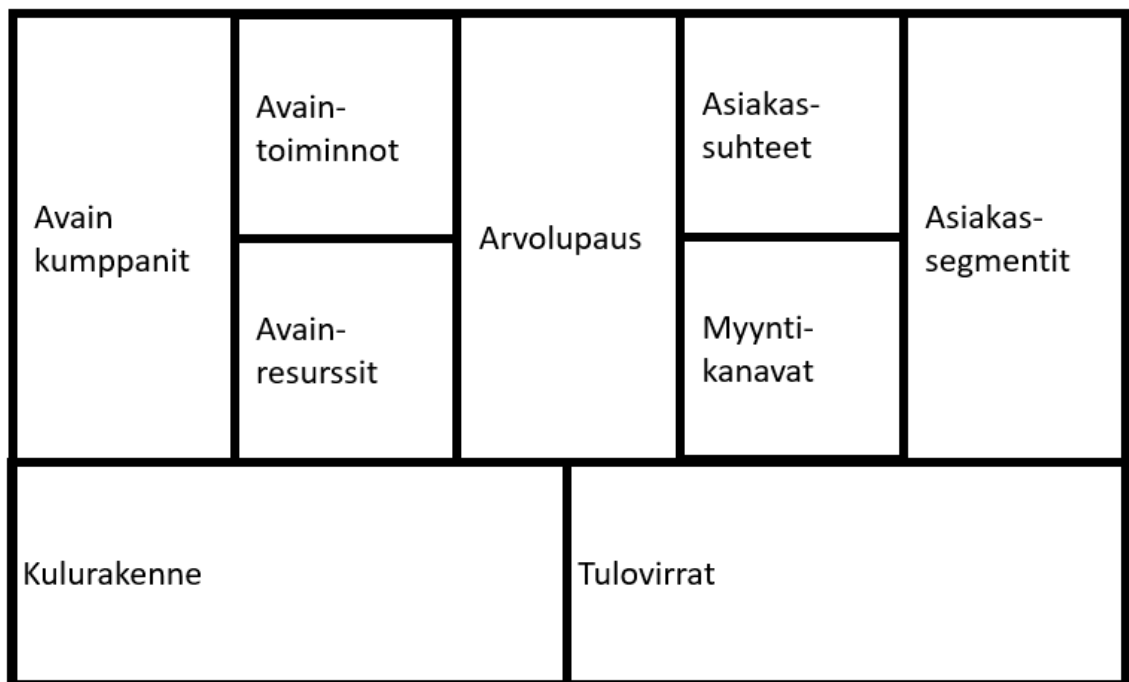
Sana liiketoiminta tarkoittaa taloudellisia, kaupallisia ja teollisia näkökulmia sisältävää tuotteiden tarjoamista. Malli sen sijaan kuvastaa yksinkertaistettua kuvausta jostain monimutkaisesta prosessista tai kokonaisuudesta. Yhdessä niitä muodostuu liiketoimintamalli, joka ilmaisee yrityksen liiketoimintaa erilaisten välineiden ja käsitteiden kautta. Se antaa yksinkertaistetun kuvauksen siitä, minkälaista arvoa yritys voi asiakkaalle tarjota, miten se tehdään ja millaiset vaikutukset sillä on taloudellisesti. (Osterwalder, Pigneur, & Tucci 2005) Myöhemmin Al-Debei, El-Haddadeh ja Avison (2008) ovat määritelleet liiketoimintamallin abstraktiksi esitykseksi organisaatiosta, joka voi olla esitetty käsittein, sanoin tai graafisesti. Siitä käy ilmi yrityksen kaikki keskeiset toisiinsa liittyvät arkkitehtoniset-, yhteistyö- ja rahoitusjärjestelyt, jotka yritys on suunnitellut ja kehittänyt nykytilaa sekä tulevaisuutta varten. Lisäksi se ottaa huomioon ydintuotteen tai -palvelun, jota organisaatio tarjoaa tai tulee tarjoamaan perustuen yllämainittuihin järjestelyihin strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi.

Osterwalder ym. (2005) mukaan liiketoimintamalli rakentuu neljästä osasta. Niitä ovat tuote, asiakkaan rajapinta, infrastruktuuri ja taloudelliset näkökohdat. Nämä neljä osaa jakautuvat vielä yhdeksään pienempään osaan. Myös muissa lähteissä, kuten Al-Debei ym. (2008) tutkimuksessa liiketoimintamallille on määritelty neljä samankaltaista komponenttia.

Casadesus-Masanellin ja Ricartin (2011) mukaan hyvän liiketoimintamallin tunnistaa kolmesta tekijästä. Liiketoimintamallin tulee olla linjassa yrityksen tavoitteiden kanssa. Sen tulee olla johdonmukainen ja jokaisen osan on tuettava toinen toistaan. Kolmantena

mallin tulisi kestää ulkoisia uhkia, kuten kilpailijoiden kopioimista. Myös Magretta (2002) kirjoittaa siitä, miten hyvän liiketoimintamallin tulee kestää kilpailua ja erottua edukseen kilpailijoista. Hän kuitenkin painottaa, ettei pelkkä hyvä liiketoimintamalli yksin tuo yritykselle menestystä, vaan yritys tarvitsee myös kilpailukykyisen strategian.

Ostewalder, Pigneur, Clark ja Pijl (2010) ovat luoneet kuvassa 5 esitellyn liiketoimintamallikanvaasin (Business Model Canvas) edellisten määritelmien perusteella. Yritys voi käyttää sitä työkaluna luodessaan ja arvioidessaan liiketoimintamallia. Liiketoimintamallikangas koostuu yhdeksästä laatikosta, jonka keskiössä on se, miten yritys tuo arvoa asiakkaalleen eli arvolupaus. Kankaan toisella puolella on listattu, kuinka arvo luodaan ja toisella puolella on tehokkuuteen liittyviä tekijöitä.



Kuva 5. Liiketoimintamallikanvaasi (mukaillen Ostewalder ym. 2010)

2.3.1 Viitekehys liiketoimintamallille

Suikki, Goman ja Haapasalo (2006) ovat luoneet viitekehysten liiketoimintamallin kehittämiseksi. Viitekehys on esitelty taulukossa 1.

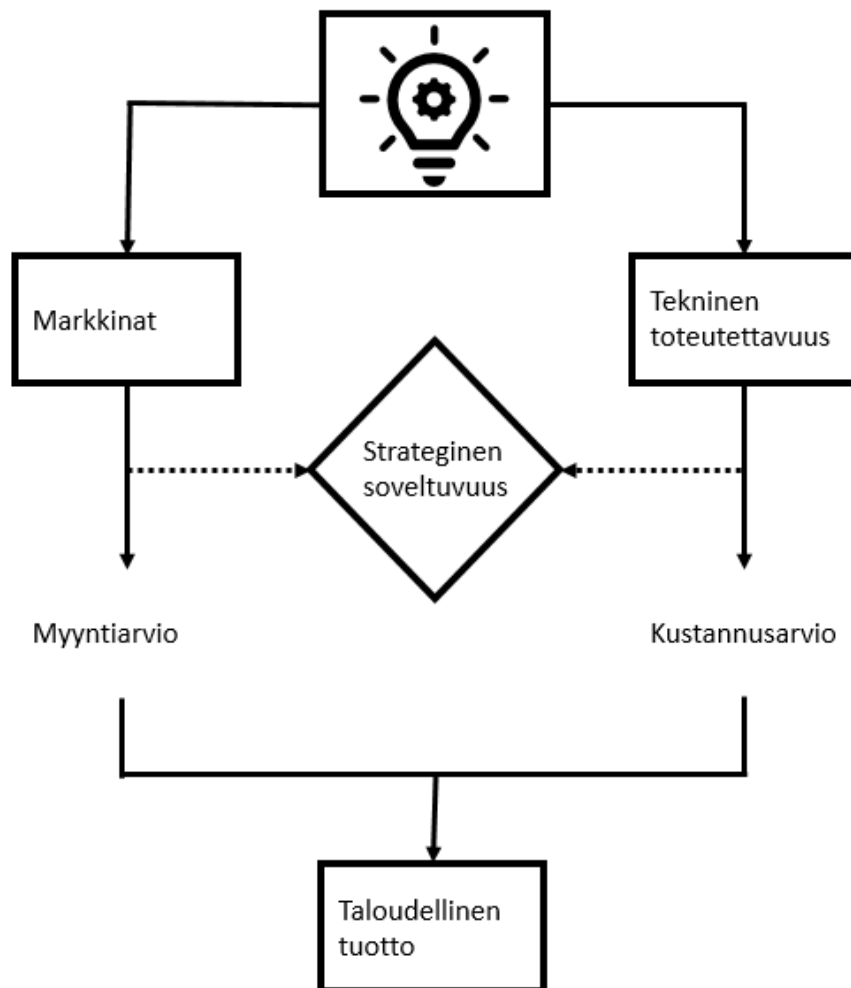
Taulukko 1. Viitekehys liiketoimintamallille (mukaillen Suikki ym. 2006)

Luokka	Tekijä	Kuvaus
Tarjonta	Kokoonpano	Mitä yritys tarjoaa. Mitä fyysisiä tuotteita, informaatiota tai palveluja siihen kuuluu?
	Asiakas	Kenelle tuote myydään? Voi olla tarpeellista määrittää sekä välitön asiakas, että loppukäyttäjä.
	Myynnin lähestymistapa	Myyntikanavat, jakelu ja laskutus.
Tilaus-toimitusprosessi	Rakenne	Onko rakenne verkottunut vai ketjuutunut? Mikä on yrityksen rooli tässä?
	Verkostossa toimijat	Keitä muita verkostoon kuuluu ja mitkä ovat heidän roolinsa ja suhteet yritykseen?
	Verkoston koko	Toimijoiden, asiakkaiden, toimittajien ym. määrä.
Tulomalli	Peruslogiikka	Keneltä ja miten tuotto muodostuu. Miten yritys saa rahaa.
	Kulu- ja hinnoittelurakenne	Miten tuotteen hinta muodostuu.
	Markkinat	Mille markkinoille yritys tähtää? Markkinoiden koko ja rakenne.

Viitekehys jakautuu kolmeen osa-alueeseen, joita ovat tarjonta, tilaus-toimitusprosessi ja tuotto. Tarjonta kattaa sen, millaista tuotetta tarjotaan, kenelle ja miten. Tilaus-toimitusprosessissa määritetään ydintuotteen ympärille muodostuva kokonaisuus, eri sidosryhmät ja niiden roolit sekä kuinka laaja siitä tulee. Tuotto kertoo miten yritys ansaitsee rahaa, minkä kokoisille markkinoille se tähtää ja kuinka iso osa kokonaistuotosta kuuluu yritykselle. (Suikki ym. 2006)

2.4 Business case -analyysi

Kinnunen ym. (2011) ovat määritelleet business case -analyysin eli liiketoimintatapausanalyysin ja jakaneet sen neljään osaan. Niitä ovat markkinoiden arviointi, tekninen arviointi ja rahoitusanalyysi. Lisäksi neljäntenä tulee ottaa huomioon tuotteen strateginen sopivuus yrityksen tuoteportfolioon. Markkinoiden arviointiin kuuluu asiakkaan tarpeen tunnistaminen ja asiakkaalle arvokkaan tuotteen määrittelemine. Teknisessä arvioinnissa tutkitaan, millainen tuote on teknisesti mahdollista valmistaa ja minkälaisia epävarmuuksia siihen liittyy. Kolmas eli rahoitusanalyysi sisältää tuotto-odotuksen perustuen myyntimäärien ja kulujen arvioihin. Strateginen soveltuvuus on huomioitava, mutta sitä ei tarvitse käsittää liiketoimintatapausanalyysin pääelementtinä. Yleensä se liittyy muihin edellä mainittuihin elementteihin ja tulee huomioitua jo niitä käsitellessä.



Kuva 6. Liiketoimintatapa-analyysin toteutus (mukaillen Kinnunen ym. 2011).

2.4.1 Tekninen arviointi

Tekninen arviointi vastaa kysymykseen siitä, kuinka teknisesti kompleksinen ja ainutkertainen tuote on. Lisäksi tekniseen arviointiin kuuluu käytettävissä olevien resurssien arviointi ja tuotteen vaatima työmäärä. Kun tuotteen tekninen toteutus on ymmärretty, saadaan sen perusteella laskettua kustannusarvio tuotteen valmistamiselle. Kustannusarvioon kuuluu tuotteen valmistukseen kuluvat kiinteät ja muuttuvat kulut sekä uuden tuotteen kehitykseen käytetyt kustannukset. Kustannusten lisäksi teknisen analysointi vastaa kysymykseen onko tuote teknisesti toteutettavissa yrityksen sisällä? (Kinnunen ym. 2011)

2.4.2 Markkinoiden analysointi

Arvio siitä, paljonko tuotetta tullaan myymään, saadaan analysoimalla markkinoita. Markkinoiden analysoinnilla on tarkoitus saada tietää mitä asiakas haluaa ja millaista hyötyä tuotteesta syntyisi asiakkaalle. Markkinoita tutkiessa täytyy myös selvittää kohdemarkkina, sen koko ja millaista kasvua on odotettavissa. Myös kilpailevien tuotteiden määrä ja volyymi tulisi arvioida. Jotta tuote voisi menestyä ja tuottaa rahaa, sille täytyy löytää oikeat markkinat. (Kinnunen ym. 2011)

Toinen tärkeä seikka markkinoiden analysoinnissa on määrittää idean tuoma arvo asiakkaalle. Se voidaan jakaa vaiheeseen, joista ensimmäinen on asiakkaan tarpeiden tunnistaminen. Toisessa vaiheessa tarpeiden perusteella voidaan määrittää mitä etuja asiakas saa tuotteen tuotteesta. Nämä kaksi tekijää tuovat arvoa yritykselle, mutta eivät vielä kerro sen määrää. Kolmannessa vaiheessa määritetään asiakasarvo eli paljonko tuote tuo arvoa asiakkaalle. Tämä vaikuttaa hyvin paljon yhdessä tuotteen hinnan kanssa asiakkaan haluun ostaa tuote. Neljäntenä määritetään tuotteen mahdollisuudet tulevaisuudessa ja kauanko kyseinen tuote pystyy tuottamaan arvoa asiakkaille. (Kinnunen ym. 2011)

2.4.3 Strateginen soveltuvuus

Vaikka tuote nähtäisiin edellä mainittujen seikkojen valossa kannattavalta, se voi olla silti epäsopeva yrityksen tuoteportfolioon ja ideaa ei siksi kannata viedä eteenpäin. Jokaisella yrityksellä tulisi olla oma tapa määrittää, miten eri tuotteiden soveltuvuus määritellään yrityksessä. (Kinnunen ym. 2011)

Strateginen soveltuvuus voidaan arvioida sekä teknologisesta että tuotteiden näkökulmasta. Tuotenäkökulmasta katsottuna esimerkiksi kannibalismi voisi olla ratkaiseva tekijä hylätä idea. Teknologisesta näkökulmasta yrityksen strategiana voi olla hyödyntää sen ydin teknologiaa tuotteiden valmistuksessa. (Kinnunen ym. 2011)

2.4.4 Rahoitusanalyysi

Rahoitusanalyysi vastaa kahteen kysymykseen. Paljonko tuote tuo rahaa ja paljonko siitä koituu kustannuksia. Tuloja täytyy arvioida hinta-arvion ja oletetun myynnin kautta. Menoihin kuuluu kehitys- ja tuotantokustannukset sekä muut tuotteen elinkaarensa aikana aiheuttamat kulut. Arviot saadaan aikaisemmin määritettyjen kustannus- ja myyntiarvioiden perusteella. (Kinnunen ym. 2011)

2.5 Kirjallisuuskatsauksen synteesi

Uusi tuote tunnistetaan siitä, että se on jotain uutta joko yritykselle, asiakkaille tai molemmille. Ei riitä, että uusi tuote vain keksitään, vaan se täytyy myös tuotteistaa. Hyvä idea ja laadukas tuote ei välttämättä menesty, jos sitä ei ole tuotteistettu oikein.

Tuotteistaminen täytyy ottaa huomioon koko tuotekehitysprojektin aikana. Onkin implikoitu, että tuotteistaminen on yläkäsite ja uuden tuotteen kehitys osa sen eri vaiheista. Prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa on useita huomioonotettavia seikkoja. Hyvän tuotteen tunnistaa siitä, että se vastaa asiakkaan tarpeita, mutta saavuttaakseen tämän, sen on käytävä läpi monia vaiheita. Tuotteistamisprosessi on jakautunut vahvasti kaksiosaiseksi, kaupalliseen ja tekniseen puoleen. Molemmilla puolilla on omat tehtävänsä ja vastuuhenkilönsä, mutta niiden välistä yhteistyötä korostetaan paljon tuotteistuksen onnistumiseksi. Joissain lähteissä teknisestä ja kaupallisesta puolesta on käytetty myös nimityksiä sisäinen ja ulkoinen.

Teknisestä tuotteistamisesta voidaan käyttää nimitystä kyky tehdä asioita. Se kertoo yritykselle mistä osista tuote rakentuu ja mitä materiaaleja siihen tarvitaan. Tekninen tuotteistaminen ei yleensä näy asiakkaille. Kaupallinen tuotteistaminen tähtää siihen, että tuotteen asiakkaan valittavissa ja ostettavissa olevat osat ja vaihtoehdot ovat selkeästi määritelty ja asiakas tietää mitä tilatessaan saa. Kun kaupallinen tuotteistaminen on saatu päätökseen, yrityksellä on valmis tuote myytäväksi asiakkaille.

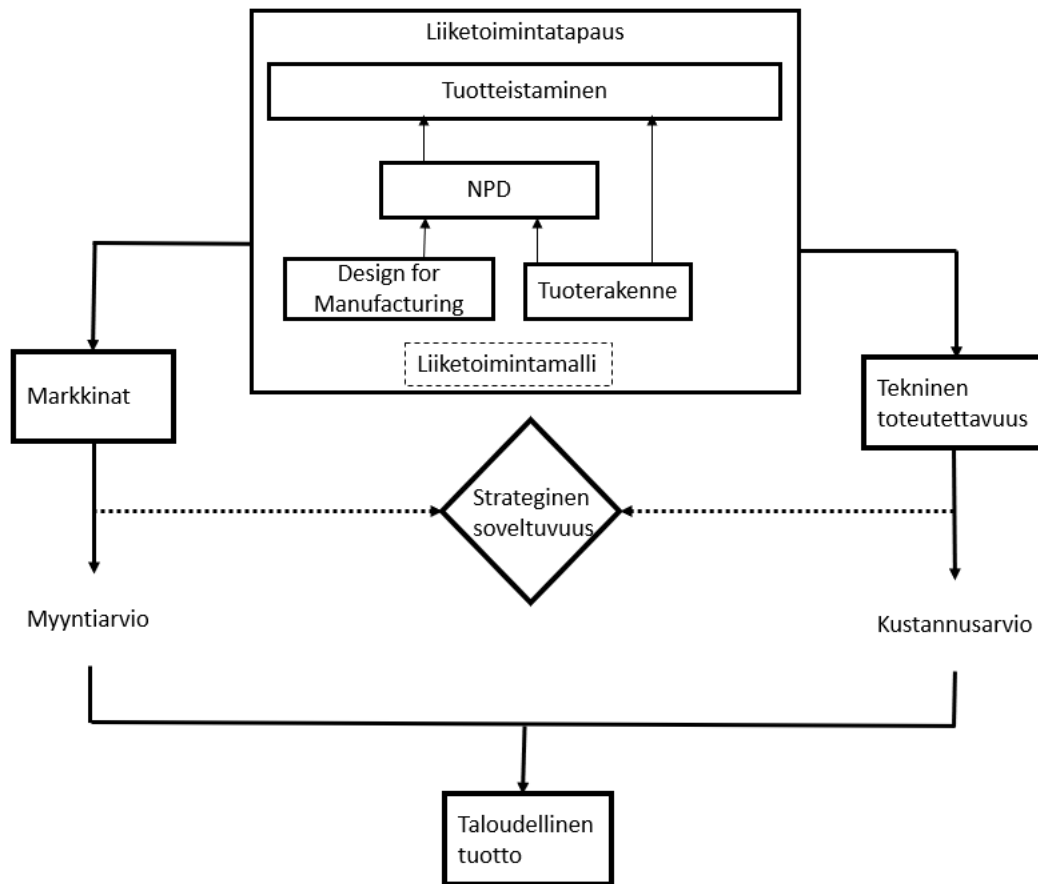
Uutta tuotetta luodessa yritys käy läpi tuotekehitysprosessin, joka sisältää yleensä noin kuusi vaihetta. Cooper (1991) on luonut tuotekehitysprosessin, joka on jakautunut

vaiheisiin ja niitä erottaviin portteihin. Jokaisella vaiheella on omat tehtävänsä ja niiden vaatimat resurssit kasvavat prosessin edetessä. Vaiheiden välisillä porteilla tarkistetaan vastaako edellinen vaihe kriteerejä ja tehdään päätös siitä, jatketaanko tuotekehitystä vai ei eli tehdään ”go” tai ”kill” päätös. Tällöin epäkelpo tuotekehitysprojekti voidaan keskeyttää, eikä siitä enää aiheudu lisää kustannuksia yritykselle. ”Go” päätöksen saadessaan tiedetään, että projektia kannattaa jatkaa ja siinä voidaan edetä seuraavaan vaiheeseen.

Design for Manufacturing (DfM) auttaa suunnittelemaan tuote siten, että sen valmistus olisi mahdollisimman kustannustehokasta. DfM:n keino vähentää tuotantokustannuksia on tutkia tuotteen komponentteja pala palalta ja pohtia niille edullisempia vaihtoehtoja esimerkiksi joko pienentämällä yksittäisen komponentin hintaa, yhdistämällä komponentteja tai yksinkertaistamalla niitä. Tässä hyödyksi on aikaisessa vaiheessa tehty tuoterakenne, josta näkee hyvin yksityiskohtaisesti tuotteen teknisen toteutuksen.

Tuotteistamisen onnistumiseksi yrityksen tulisi luoda liiketoimintamalli, josta ilmenee tarjottava tuote, asiakkaan rajapinta, infrastruktuuri ja taloudelliset näkökohdat. Liiketoimintamallin muodostamiseksi on kehitelty viitekehys, jonka avulla voidaan muodostaa erilaisia liiketoimintaskenaarioita. Lisäksi skenaarioiden vertailuun on luotu työkalu. Uutta tuotetta kehittäessä työkalun avulla voidaan muodostaa erilaisia tuotteistuskenaarioita ja vertailemalla löytää niistä paras vaihtoehto.

Tuotekehitysvaiheessa käytetään myös apuna business case -analyysiä, jonka avulla arvioidaan tuotteen kykyä sen teknisien ominaisuuksien ja valmistettavuuden sekä markkinapotentiaalin mukaan. Analyysissä nähdään samanlaista rajautumista sisäisen ja ulkoisen osan välillä, kuin tuotteistamisessa. Lisäksi analyysillä otetaan kantaa siihen, miten hyvin tuote sopii strategisesti yrityksen tuoteportfolioon. Analyysin pohjalta saadaan kustannus- sekä myyntiarvio, jonka perusteella voidaan laskea tuotteen tuoma taloudellinen tuotto.

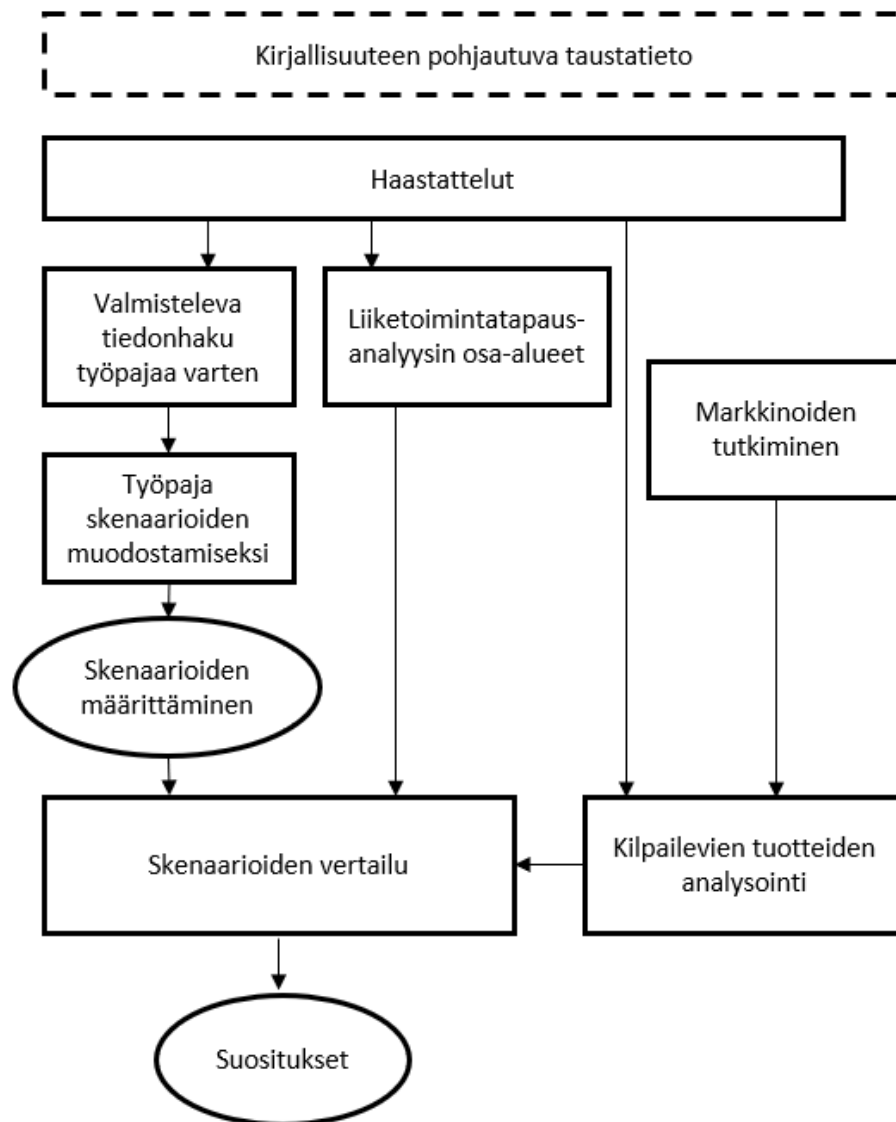


Kuva 7. Liiketoimintatapauksen muodostaminen ja arvioiminen.

3 AINEISTO JA MENETELMÄ

3.1 Tutkimusmenetelmät

Empiriaosuuden tarkoitus oli tutkia kirjallisuuskatsauksen esittämää teoriaa käytännössä työpajan ja haastattelujen kautta. Tutkimusmenetelmä perustui työpajassa tuotettuun tietoon, asiantuntijahaastatteluihin sekä kirjallisuuden perusteella kerättyyn taustatietoon. Tapauksen luonteen vuoksi haastattelut ja työpaja olivat tehokkain menetelmä saada tietoa kohdeyritykseen liittyen. Kuvassa 8 on esitelty tutkimusmenetelmän kulku.



Kuva 8. Empiriaosion tutkimuksen kulku.

Empiriaosio alkoi teemahaastatteluilla, jonka tarkoituksena oli koostaa lähtötietoja työpajaa varten. Haastatteluja hyödynnettiin myös työpajan jälkeen tarkennusta vaativien asioiden selventämiseen sekä yksityiskohtaisempaan tiedonhakuun liiketoimintatapa-analyysiä varten. Työpajassa luotiin yhdessä kohdeyrityksen työntekijöiden kanssa vaihtoehtoisia liiketoimintamalleja käyttäen hyödyksi liiketoimintamallin viitekehystä. Työpajaan osallistuvat henkilöt koottiin yhdessä yrityksen ohjaajan kanssa ja tarkoituksena oli saada asiantuntijoita eri osa-alueilta mahdollisimman kattavan tuloksen saavuttamiseksi. Työpajaan osallistui yhteensä 5 henkilöä yrityksen myynnistä, tuotekehityksestä ja tuotannosta, jonka ansiosta saatiin kattava kuva siitä, millainen tuote

halutaan ja mitä tuotannollisia rajoituksia siihen liittyy. Haastatteluja tehtiin seitsemälle henkilölle, joista kolme osallistui myös työpajaan.

Taulukko 2. Työpajaan ja haastatteluihin osallistuneet henkilöt.

Osasto	Toimenkuva	Osallistui haastatteluun	Osallistui työpajaan
Sulatto	Johtaja	x	x
Chromen myynti	Myynti- ja markkinointipäällikkö	x	x
Chromen myynti	Johtaja		x
Chromen myynti	Vanhempi myyntipäällikkö		x
Chrome	Head of Business Excellence	x	
Sulatto	Käyttöpäällikkö	x	
Tutkimuskeskus	Kehitysinsinööri	x	
Asiakas (skenaario 1)	Kehitysinsinööri	x	x
Asiakas (skenaario 2)	Varatoimitusjohtaja	x	

Työpajalla oli useampi tavoite. Tärkein niistä oli luoda viitekehystä avuksi käyttäen tuotteistusvaihtoehtoja suunnitelmissa olevalle tuotteelle. Lisäksi tavoitteena oli selvittää liiketoimintatapauksen analysointimenetelmän osa-alueiden mukaisesti tuotteen valmistukseen liittyvät tekniset rajoitteet ja mahdollisuudet, tuotteen potentiaali markkinoilla ja sen strateginen sopivuus yrityksen tuoteportfolioon. Työpajan jälkeen koottiin aineisto, jonka mukaan skenaariot voitiin muodostaa. Joitain asioita täytyi tarkentaa vielä työpajan jälkeen, jota varten tehtiin ylimääräisiä haastatteluja tarpeen mukaan.

Kilpailija-analyysi muodostettiin markkinoilta saatavan tiedon, teorian ja haastatteluissa kerätyn aineiston perusteella. Analyysin tarkoitus oli vertailla tuotteita, jotka

molybdeeniä sisältävä ferrokromi voisi korvata. Vertailu on tehty laskemalla kuinka paljon molybdeeniseostus tulisi maksamaan asiakkaalle eri vaihtoehtoja käyttämällä.

3.2 Tutkimusympäristö

3.2.1 Case-yrityksen kuvaus

Outokumpu Oyj on yksi maailman kolmesta suurimmasta ruostumattoman teräksen valmistajasta. Sen liiketoiminta on jaettu neljään eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Europe, Americas, Ferrochrome ja Long Products. Outokummun pääkonttori sijaitsee Helsingissä, mutta yrityksessä työskentelee n. 9 tuhatta työntekijää 30 eri maassa. Outokummun visiona on ”Olla asiakkaan ensimmäinen valinta vastuullisessa ruostumattomassa teräksessä.”. Vuoden 2020 lopulla julkaistun uuden strategian pääpainopisteenä on organisaation tehostaminen, kustannusten hallinta sekä myyntiosaamisen kehittäminen. (Outokumpu 2021a)

Ferrochrome-liiketoiminta-alue vastaa ferrokromin tuotannosta. Kromi on yksi tärkeimmistä ruostumattoman teräksen raaka-aineista. Outokummun Kemissä sijaitseva kromikaivos on Euroopan ainoa ja tuo selkeän kilpailuedun, sillä n. 75 % sieltä saadusta ferrokromista käytetään yrityksen omassa tuotannossa. Outokumpu on viime vuosina investoinut rahaa Kemin kaivoksen laajentamiseen, jotta kromin saatavuus olisi turvattuna vuosikymmeniksi eteenpäin. (Outokumpu 2020)

Kemin kaivoksessa louhittu kromimalmi kuljetetaan lyhyen matkan päähän Tornioon, jossa sijaitsee Outokummun ferrokromisulatto. Sulatossa malmi sulatetaan ja prosessoidaan, jolloin syntyy ferrokromia ja kuonaa. Osa ferrokromista kuljetetaan sulana ferrokromisulaton lähellä sijaitsevalle terässulatolle ja kaadetaan ferrokromikonvertteriin. Siellä ferrokromi jatkojalostetaan käytettäväksi ruostumattoman teräksen tuotantoon. Näin hyödynnetyn ferrokromin kuljetuskustannukset ovat olemattomat ja energiaa ei kulu tuotteen uudelleenlämmittämiseen. (Outokumpu 2020)

Uudessa strategiassa on tarkemmin mainittu muun muassa ferrochromen-liiketoiminta-alueen myynnin kasvattaminen uusien tuotteiden kehittämisen kautta. (Outokumpu

2020b) Tämä työn tarkoitus on tukea yrityksen strategiaa tuotekehityksen kautta sekä luomalla kustannussäästöjä, sillä tuotteen valmistuksessa voidaan hyödyntää kromikonvertterin tyhjäkäyntiaikoja.

3.2.2 Ferroseokset

Ferroseokset ovat seoksia, jotka sisältävät rautaa ja jotain toista metallia, kuten kromia, piitä tai mangaania. Ne ovat tärkeitä raaka-aineita teräs- ja valurautatuotannossa. Malmeja ei yleensä suoraan voida käyttää raaka-aineena, vaan ne täytyy käsitellä ensin. Haluttua metallia ei kuitenkaan ole kannattavaa puhdistaa malmista täysin, eikä se aina ole mahdollistakaan. Silloin siitä muodostetaan raudan kanssa seos. Rauta ei haittaa, koska ferroseos tavallisesti käytetään rautapohjaisen, kuten ruostumattoman teräksen valmistukseen. (Gasik 2013, s. 3-4)

Ferrokromi on yleisin ferroseos. Siitä valmistetaan ruostumatonta terästä ja joitain kromia sisältäviä valurautoja. Kromipitoisuudella saavutetaan korroosionkestävyys. Ferrokromia on kahden tyyppistä, korkea- ja matalahiilistä. Versioiden sisällä koostumukset voivat vaihdella suuresti valmistajan mukaan. (Gasik 2013, s. 318) Suomessa Outokummun valmistama ferrokromi on korkeahiilistä ja sen koostumus tyypillisesti on 54 p-% kromia, 7 p-% hiiltä, 4 p-% piitä ja loput rautaa (Härkönen & Seitsara 2014).

Kompleksiset ferroseokset sisältävät rautaa ja kahta tai useampaa seosainetta. Ne valmistetaan yleensä kahta eri ferroseosta yhdistämällä. Se on kuitenkin kallis prosessi, sillä ferroseokset täytyy lämmittää uudelleen, sulattaa ja prosessoida. Siksi suositellaan jo valmistusvaiheessa molempien seoselementtien lisäystä malmeina samanaikaisesti (Gasik 2013, s. 495-496). Kehityksen myötä kompleksisista ferroseoksista on tullut yhä tärkeämpiä. Oikeanlaisilla yhdisteillä saavutetaan etuja laadun tai käsiteltävyyden suhteen. (Zhuchkov & Zayakin 2019)

Zhuchkovin ja Zayakin (2019) mukaan kompleksisten ferroseosten koostumusta kehittäessä tulee käyttää tarkkaan valittuja yhdistelmiä, joilla päästään haluttuun lopputulokseen. Heidän mukaansa seoksessa olevat alkuaineet voidaan jakaa neljän eri ryhmään:

1. Tavoite-alkuaineet, joiden pitoisuus määräytyy elementin tehtävien mukaan. Esim. kromi.
2. Alkuaineet, joita voi olla lähes jokaisessa ferroseoksessa. Niitä on myös jatkojalostettavan teräksen tai valuraudan koostumuksessa, joten niistä ei tarvitse välittää. Esim. rauta.
3. Alkuaineet, joilla on positiivinen vaikutus pieninä määrinä teräksen ja valuraudan muokkaukseen. Esim. mangaani.
4. Alkuaineet, joilla on haitallinen vaikutus ja niiden pitoisuutta valmiissa materiaalissa on rajoitettu. Esim. rikki.

Tavoite-alkuaineiden perusteella voidaan päättää seoksen varsinainen koostumus. Alkuaineet valitaan niiden rakenteen ja ominaisuuksien mukaan ja niiden tarkat pitoisuudet fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien perusteella. Esimerkiksi piin avulla seoksen sulamislämpötilaa voidaan laskea. (Zhuchkov & Zayakin 2019)

Eri ferroseoksia ja muita raaka-aineita seostetaan lopputuotteen halutun koostumuksen mukaisesti. Ferromolybdeeni (FeMo) on molybdeeniä sisältävä ferroseos. Molybdeeni on tärkeä alkuaine niin ruostumattomassa teräksessä, valuraudassa, kuin superseoksissa. Molybdeenin ansiosta tuotteeseen saadaan vaadittava kovuus. Se myös lisää korroosionkestävyyttä ja ehkäisee haurastumismurtumia. (Gasik 2013, s. 387-395)

3.2.3 Valmistusprosessi ja -teknologiat

Tässä kappaleessa käydään lyhyesti läpi molybdeenituotteiden käytön ja ferrokromimolybdeenin tuotannon ja käytön kannalta oleellisia metallurgisia ilmiöitä ja kaavoja. Tarkoituksena on valmistaa tuote kromikonvertterissa seostamalla valmista ferrokromia, molybdeenitrioksidia ja muita tarvittavia seosaineita, joten perinteisiä ferrokromin tai ferroseosten valmistusmenetelmiä ei käsitellä.

Ferrokromikonvertteri (CRK) on ferrokromin konvertointiin kehitetty AOD-konvertterin (Argon-oxygen-decarburization) kaltainen laite. Siellä sulan ferrokromin hiili- ja piipitoisuus mellotetaan haluttuun pitoisuuteen käyttäen happi ja paineilmapuhallusta. Panoskoko voi vaihdella 25 tonnista 90 tonniin. Ferrokromikonvertteri tuo Outokummun

terästehtaalle suuren kilpailuedun, sillä ferrokromin voidaan käyttää sulana ja sen uudelleen sulattamiselta vältytään. (Härkönen ja Seitsara 2014, s. 43).

Ruostumaton teräs valmistetaan sulattamalla romua ja muita raaka-aineita valokaariuunissa (VKU). Siellä sähkö muutetaan lämpöenergiaksi elektrodeista lähtevien valokaarien avulla. Sulatuksen jälkeen sula kaadetaan senkkaan ja siirretään AOD:lle. Siellä sula mellotetaan eli siitä poistetaan hapen ja inerttikaasun eli typen tai argonin avulla hiiltä. Konvertterin alaosassa on 2-5 kpl suuttimia, joiden kautta kaasut syötetään sulaan. Lisäksi sula seostetaan mahdollisimman lähelle haluttua pitoisuutta. AOD:lta sula kaadetaan senkkaan ja siirretään senkka-asemalle, jossa sen koostumukselle ja lämpötilalle voidaan tehdä hienosäätöä. Sieltä sula siirretään jatkuvavalukoneelle, jossa sula teräs valetaan aihioiksi. (Härkönen ja Seitsara 2014, s. 30-35)

Kaikkiin sulankäsittelyvaiheisiin liittyy oleellisena osana tulenkestävät materiaalit, jotka kestävät prosessissa käytettyjä erittäin korkeita lämpötiloja. Jokaisessa uunissa, konvertterissa tai senkassa, jossa säilytetään sulaa terästä, on tulenkestävistä tiilistä valmistettu vuoraus. Yleensä vuorausmateriaalit ovat keraamisia oksidisia tai ei-oksidisia materiaaleja tai oksidisen materiaalin ja hiilen yhdistelmiä. Materiaaliin kohdistuu termisiä, kemiallisia ja mekaanisia rasituksia. Kemiallisen rasituksen aiheuttajana on sulan pinnalle kerääntyvä kuona. Vuorausmateriaalin ja kuonan koostumusten täytyy sopia toisilleen, jotta vuoraukseen kohdistunut rasitus olisi mahdollisimman pientä. (Härkönen ja Seitsara 2014, s. 67-68) Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokaiselle prosessivaiheelle on määritelty tavoitekuonankoostumus, johon pyritään pääsemään kemiallisten reaktioiden avulla ja lisäämällä kuonanmuodostajia.

Reaktiot

Kemiallisten reaktioiden pääperiaatteena on, että lähtöaineita on yhtä paljon, kuin lopputuotteita. Alkuaineen massa ilmoitetaan moolimassoina ja sen suure on g/mol. Molekyylin massa saadaan laskemalla molekyylissä olevien atomien moolimassat yhteen. Näin saadaan lähtöaineiden perusteella laskettua paljonko reaktiossa syntyy lopputuotetta. (Salmi, Mikkola & Wärnå 2019, s. 7-10) Todellisuudessa systeemissä

tapahtuu useita reaktioita samanaikaisesti, eikä niitä voida tarkkaan tuntea. Tästä syystä reaktioita tulee yksinkertaistaa ja käsitellä erillään. (Salmi ym. 2019, s. 7-10)

Työn kannalta oleellisia reaktioita ovat molybdeenin pelkistykseen liittyvät reaktiot. Zhu, Li, Xue ja Wang (2015) ovat tutkineet molybdeenitrioksidin pelkistystä hiilen, alumiinin, piin ja raudan avulla teräksenvalmistuslämpötilassa. Tutkimuksen mukaan molybdeenin saanti on suurinta eli 96 % alumiinia käytettäessä. Toisena on pii 94 %, kolmantena hiili 95 % ja viimeisenä rauta 88 %. Tutkimus osoitti myös, että emäksinen kuona (1,5-2) nostaa molybdeenin saantia, kun pelkistimenä käytetään piitä tai alumiinia. Sen sijaan hiilellä pelkistys antaa parhaimman saannin kuonan ollessa hapanta (1,0).

Tutkimuksessa havaittiin myös, että molybdeenin saanti on korkeimmillaan (94 %), kun molybdeenitrioksidi seostetaan ennen sulaa konvertterin pohjalle, jolloin se jää sulan alle. Pinnalle seostamalla saanti voi huonoimmillaan jäädä 65 %:iin. (Zhu ym. 2015)

Alumiini on kallis pelkistin, joten tässä työssä käsitellään molybdeenitrioksidin pelkistymistä piin avulla. Ferrokromi sisältää 4 % piitä, joten on tarkoituksenmukaista, että valmistuksessa pelkistys tehdään piin avulla.

Taulukko 3. Tärkeiden alkuaineiden moolimassat (Seppänen, Kervinen, Parkkila, Karkela, & Meriläinen 2005, s. 167).

Alkuaine	Moolimassa (g/mol)
Si	28,09
Mo	95,94
O	16,00

Molybdeenitrioksidin pelkistys piillä tapahtuu seuraavan yhtälön mukaisesti:



missä Si on pii,
 MoO₃ on molybdeenitrioksidi,
 SiO₂ on piidioksidi ja
 Mo on molybdeeni.

Molybdeenitrioksidi sisältää n. 57 % molybdeeniä. Jotta molybdeeniä saadaan lopputuotteeseen 1 yksikkö, täytyy molybdeenitrioksidia seostaa 1,75 yksikköä.

Moolimassojen avulla saadaan laskettua, että yksi yksikkö pelkistettyä molybdeeniä vaatii 0,439 yksikköä piitä. Lisäksi reaktiossa muodostuu 0,939 yksikköä SiO₂:a kuonaan. Molybdeeni voidaan pelkistää sulassa olevalla piillä tai seostamalla piitä ferropiinä (FeSi). FeSi sisältää 75 % piitä ja 25 % rautaa, jolloin FeSi:n tarve pelkistettyä molybdeeniyksikköä kohden on 0,585 yksikköä.

Kuonankoostumus

AOD-, CKR-konvertterissa ja valokaariuunissa (VKU) tavoitekuonankoostumukset eroavat toisistaan. Kuona koostuu pääasiassa hapettuneista alkuaineista. Ne ovat joko erikseen lisättyjä tai muodostuneet sulassa tapahtuvista reaktioista. Kuonan tehtävänä on suojata vuorausta uunin valokaarilta, parantaa teräksen laatua keräämällä siitä hapettuneita yhdisteitä, avustaa rikin- ja fosforinpoistossa, suojata metalleja hapettumiselta, estää typen ja vedyn pääsy metalliin, eristää lämpöä ja olla vuorauksen kanssa yhteensopiva. (Pretorius 2015)

Kuonankoostumuksen tärkeä määrittäjä on kuonan emäksisyys. Nykylaitteilla kuonan pH-arvoa ei ole mahdollista mitata, mutta emäksisyydelle on määritetty erilaisia laskukaavoja kuonassa olevien yhdisteiden mukaan. Yleisin laskukaava

emäksisyyskertoimelle on jakaa emäksisten yhdisteiden summa happamien yhdisteiden summalla. Laskutavan ongelmana on, että yhdisteet on täytynyt jakaa mielivaltaisesti emäksisiin ja happamiin. Lisäksi emäksisyyskertoimen määrittäminen on mahdotonta kuonissa, joissa ei ole yhtään tunnettua happokomponenttia. Valokaariuunin ja AOD-konvertterin kuonille tämä laskutapa kuitenkin soveltuu ja on laajasti käytössä. (Pretorius 2015)

Valokaariuunin kuonan emäksisyyskertoimen kaava:

$$B_1 = \frac{\%CaO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3}$$

AOD-konvertterin kuonan emäksisyyskertoimen kaava:

$$B_2 = \frac{\%CaO + \%MgO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%CaF_2}$$

Ja CRK-konvertterin kuonan emäksisyyskertoimen kaava:

$$B_3 = \frac{\%CaO + \%MgO}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%TiO_2}$$

Emäksisyyskerroin tulisi olla yli 1,5, mieluiten 2. Jos kerroin on liian pieni, kuonasta tulee juoksevaa ja se kuluttaa aggressiivisesti tulenkestävää vuorausta. Jos kerroin on liian suuri, kuona muuttuu liian jäykäksi tai kiinteäksi, eikä se enää suojaa vuorausta. Myös vuorauksen materiaali vaikuttaa siihen, millainen kuonan koostumuksen tulisi olla. (Pretorius 2015). Tyypilliset kuonankoostumukset ovat esitelty taulukossa 4.

Taulukko 4. Eri käsittelyvaiheiden tyypilliset kuonankoostumukset.

	Seostettu		Muodostunut reaktioista					Lähde
	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	B	
VKU	34	9	15	5	32	5	1,7	(Pretorius 2015)
AOD	43	9	20	10	26	-	1,7	(Pretorius 2015)
CRK	54	5	30	4	-	-	1,7	(Haastattelut)

Case yrityksen tavoittelemat kuonankoostumukset noudattavat kirjallisuudessa tunnettuja koostumuksia. Työn kannalta oleellinen osa koostumuksista on SiO₂:n ja CaO:n suhde. SiO₂:n muodostuessa reaktioista, CaO:a täytyy lisätä. Yksinkertaisesti kalkin seostustarve saadaan laskettua kertomalla muodostuneen SiO₂:n määrä kahdella.

3.3 Tuotteistamisen edellytykset

Tässä osiossa käydään läpi, mitä aineistoa työpajan ja haastattelujen perusteella saatiin. Osaa tiedoista on täydennetty myös muista lähteistä. Kappale on jaettu kaupalliseen, tekniseen ja strategiseen osioon, jolloin rakenne tukee myös liiketoimintatapa-analyysiä.

3.3.1 Markkinoiden arviointi

Työpajassa kartoitettiin mahdollisia asiakkaita. Ilmeni, että tuotetta voisi hyödyntää sekä ruostumattoman teräksen, että valuteräksen valmistuksessa. Kriteerinä kohdetuotteelle on, että tuote sisältää kromia ja molybdeeniä. Ruostumattoman teräksen valmistajia on maailmassa monia, mutta koska yritys valmistaa itsekin sitä, on tuotteen käyttö omalla tehtaalla luultavasti kannattavinta. Tuotetta olisi kuitenkin mahdollista myöhemmin myydä kilpaileville yrityksille samoin edellytyksin, kuin omaan käyttöön.

Työpajassa keskusteltiin tuotteen mahdollisesta käytöstä valimoteollisuudessa. Sitä varten työpajan jälkeen haastateltiin erikseen valimoihin perehtynyttä asiakasyrityksen edustajaa. Haastattelussa tuli ilmi, että valimot eivät kykene käyttämään tuotetta, jos sen hiilipitoisuus on liian korkea. Tavoiteltava taso on 0,1 % luokkaa. On kuitenkin olemassa

joitain valimoita, jotka pystyvät hyödyntämään korkeahiilisiä tuotteita, mutta se vaatii mellotukseen soveltuvan laitteiston. Sen sijaan piipitoisuudella ei ole suurta vaikutusta.

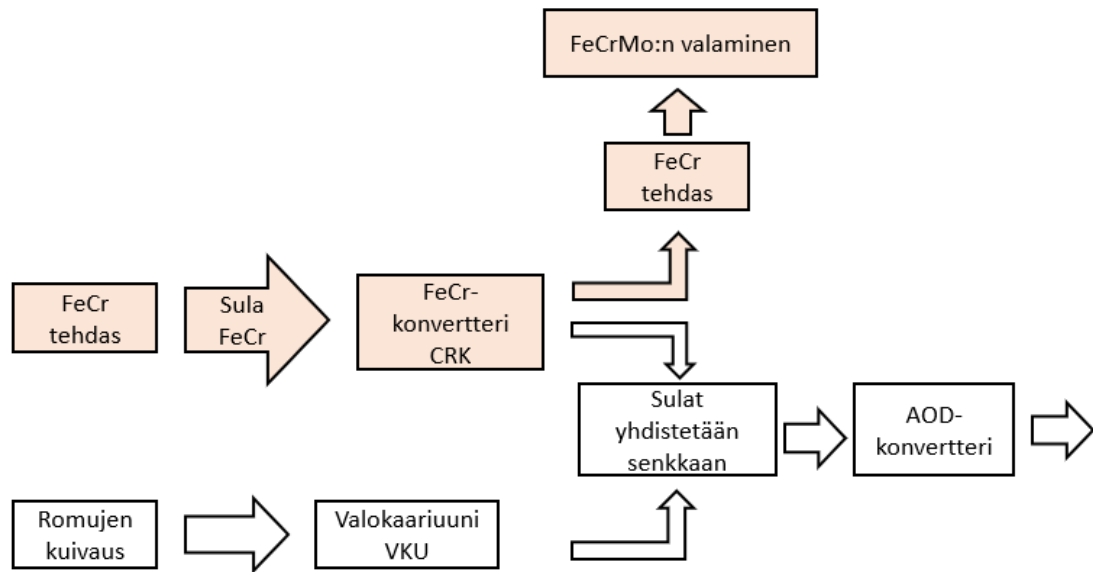
Vuonna 2020 on kulutettu 247 000 tonnia uutta molybdeenia, eli sellaista, joka ei ole saatu romua kierrättämällä. Siitä 22 % on käytetty ruostumattoman teräksen tuotannossa ja 8 % valimoissa. (IMO 2021b). Ruostumaton teräs käyttää aina kromia, joten sen molybdeenimarkkinat maailmanlaajuisesti ovat n. 50 000 tonnia vuodessa. Jos ferrokromimolybdeeni voisi ottaa tästä markkinasta 5 prosenttia, tuotemarkkinan suuruus 7 % molybdeenipitoisuudella olisi n. 36 000 tonnia. Yritys itse arvioi, että valmista tuotetta voisi omaan käyttöön kuluttaa 20 000 korvaamalla suuren osan muista molybdeenin lähteistä. On epävarmaa, kuinka iso osa molybdeenia sisältävistä valuteräksistä vaatii myös kromia, joten markkinat ovat paljon pienemmät, mutta viiden prosentin oletuksella laskettuna valuteräsmarkkinoiden koko voisi olla n. 9 000 tonnia.

Tuotteen hinnoittelu määritetään kertomalla sen sisältämien alkuaineiden pitoisuudet maailmanmarkkinahinnoilla ja lisäämällä hintaan preemio. Hinnoittelussa voidaan huomioida FeCrMo:n sisältämä molybdeeni, kromi ja rauta. Tuotteen hintaa tulee verrata sen valmistuskustannuksiin, joiden tulisi olla vähemmän kuin hinta ilman preemiota.

Tuote toimitetaan asiakkaalle tietyssä palakoossa. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä pienempi palakoko, sitä helpommin tuote on hyödynnettävissä. Tuotteen koostumus voi kuitenkin asettaa rajoituksia sen murskaamiselle, jolloin pienimpiin palakokoihin ei päästä. Tuotteen mukana asiakas saa myös analyysin sen koostumuksesta.

3.3.2 Tekninen toteutettavuus

Normaalissa terästuotannossa sula ferrokromi kuljetetaan raiteita pitkin ferrokromisulatolta terässulaton kromikonvertterille. Siellä sula jatkokäsitellään ruostumattoman teräksen valmistukseen soveltuvaksi. Ferrokromimolybdeenin valmistus alkaa samoin, mutta kromikonvertterissa se käsitellään eri tavoin ja palautetaan sitten takaisin ferrokromisulatolle valettavaksi. Kuvassa 9 on kuvattu ferrokromimolybdeenin tuotantoreittiä ja nykyinen tuotantoreitti. Sulan prosessointi tapahtuu olemassa olevilla laitteilla, eikä niihin tarvitse tehdä muutoksia.



Kuva 9. Sulaton prosessikaavio ja FeCrMo:n tuotantoreitti.

Lähtötilanteessa ferrokromin koostumus on 54 % kromia, 7 % hiiltä, 4 % piitä ja loput rautaa. Työpajassa kävi ilmi, että duplex-terästen valmistukseen tarkoitetun tuotteen lopullisessa koostumuksessa tulisi tavoitella mahdollisimman korkeita eli noin 7 % molybdeenipitoisuutta, 50 % kromipitoisuutta ja mahdollisimman matalaa pii- ja hiilipitoisuutta. Haluttu koostumus saavutetaan lisäämällä ferrokromiin molybdeenitrioksidia ja puhaltamalla kaasuja, joiden vaikutuksesta molybdeeni pelkistyy. Pelkistimenä voidaan käyttää ferrokromi sulassa olevaa piitä, jolloin varsinaisten pelkistimien lisäystarve vähäinen ja tarvittavan hapen määrä vähenee.

Taulukko 5. Tuotteen lähtö- ja tavoitekoostumukset. Nuoli osoittaa asiakkaan toivetta.

	Cr	Mo	C	Si	Fe
Ferrokromin koostumus	54 %	-	7 %	4 %	35%
Ferrokromimolybdeenin tavoitekoostumus duplex-valmistajalle	46-52 % ↑	7 % ↑	5 % ↓	3 % ↓	lopud
Ferrokromimolybdeenin tavoitekoostumus valimoille	46-52 % ↑	7 % ↑	0,1 % ↓	3 %	lopud

Prosessin aikana sulan pinnalle muodostuu kuonaksi kutsuttu kerros, jonka tehtävänä on eristää sula ilmalta, ehkäistä lämpösäteily ja suojata konvertterin vuorausta. Kuonan merkittävimmät komponentit ovat SiO_2 ja CaO . SiO_2 muodostuu piin reagoitessa hapen kanssa, mutta CaO on panostettava erikseen. Oikealla kuonanmuodostajien suhteella saavutetaan vuoraukselle edullinen kuona. CaO :n seostusmäärä saadaan kertomalla muodostuneen SiO_2 :n määrä kahdella. Vuonna 2020 CaO :n hinta on ollut 100 €/t.

Kromikonvertterilla prosessoidessa valmistuskustannukset muodostuvat ferrokromista, molybdeenitrioksidista, ferropiistä, kaasuista ja kalkista. Huomioon tulee myös ottaa muut yleiskustannukset kuten vuorauksen kuluminen, työntekijöiden palkat, käytetty energia ja laitteiston kuluminen. Kustannuksia syntyy myös sulan ferrokromin ja valmiin tuotteen kuljettamisesta, tuotteen valamisesta ja murskaamisesta.

Kun MoO_3 seostetaan ferrokromiin, se täytyy pelkistää. Optimaalisin tapa on käyttää ferrokromissa olevaa piitä, jolloin lisättävän ferropiin määrä on pieni ja lisäkuluja ei synny. Pelkästään ferrokromin pii huomioon ottaen, valmiin seoksen koostumuksessa voidaan päästä 6,2 % molybdeenipitoisuuteen. DfM:n periaatteiden mukaisesti tämä olisi optimaalisin molybdeenipitoisuus tuotantokustannuksia ajatellen. Jos molybdeenipitoisuutta halutaan korkeammaksi, seokseen voidaan lisätä pelkistävää piitä FeSi :n muodossa. FeSi :n lisäys on lisäkustannus ja siltä halutaan välttyä, toinen vaihtoehto olisi hiilipelkistys, mutta sen pelkistävästä vaikutuksesta ei ole täyttä varmuutta. Ferrokromin piipitoisuus vaihtelee tuotannon mukaan, eikä sitä voida etukäteen päättää.

Valmiin tuotteen murskautuvuudesta ei ole tietoa ennen tuotantotestejä. Piipitoinen ferrokromi on haurasta ja murskautuu herkästi, joten siitä valetut lohkarit voidaan murskata haluttuun palakokoon syöttämällä ne murskekoneen läpi. Matala piipitoisuus muuttaa ferrokromin sitkeäksi, jolloin sitä ei voida murskata rikkomatta laitteistoa. Oletetaan, että molybdeeni haurastuttaa materiaalia, jolloin matalasta piipitoisuudesta huolimatta se voidaan murskata. Tällöin saavutetaan optimaalinen tilanne valamisen ja palakoon suhteen, sillä valaminen voidaan tehdä kuten ferrokromille ja haluttu palakoko saadaan murskaimella.

Ferrokromikonvertterin päätarkoitus on prosessoida ferrokromi sellaiseen muotoon, että sitä voidaan hyödyntää Tornion terästehtaan tuotannossa. Konvertteri toimii myös puskurina sulaton materiaaleille. Yhtä käsittelyä nimitetään puhallukseksi ja yhdestä puhalluksesta saadaan materiaalia 1-3 sulatukseen. Puhallusten välissä on yleensä tyhjäkäyntiaikaa, jonka voisi hyödyntää muuhun käyttöön eli esimerkiksi FeCrMo:n valmistukseen. Tyhjäkäyntiajan hyödyntäminen vaatii tarkkaa suunnittelua, mutta työpajassa arvioitiin, että FeCrMo:a valmistaa keskimäärin yhden puhalluksen päivässä häiritsemättä muuta tuotantoa. Konvertterin kapasiteetin ollessa n. 80 t/puhallus, tarkoittaa se 30 000 tonnin tuotantokapasiteettia vuodessa. Jos kromikonvertterin koko kapasiteetti vapautettaisiin FeCrMo:n tuotantoon tai sille rakennettaisiin oma konvertteri, tuotantokyky olisi arviolta 300 000 tonnia vuodessa.

3.3.3 Strateginen soveltuvuus

Outokummun vuonna 2020 julkaisemassa strategiassa yhtenä tavoitteena on lisätä ferrokromituotteiden myyntiä uusia tuotteita kehittämällä. Ferrokromimolybdeeni soveltuu siten yrityksen strategiaan. (Outokumpu 2020)

Liiketoiminta-alue Ferrochromen tuoteportfolioon kuuluu kaksi eri ferrokromituotetta sekä kuonatuotteita. Ferrokromimolybdeeni tulisi korvaamaan muita ferrokromituotteita. Jotta ferrokromimolybdeeniä on kannattavaa valmistaa muiden tuotteiden kustannuksella, sen olla nykyisiä tuotteita kannattavampi vaihtoehto. (Outokumpu 2021c)

Yrityksen strategiassa on myös päämääränä alentaa tuotantokustannuksia. Tuotteen tarkoitus on olla edullisempi ja tehokkaampi seosainevaihtoehto molybdeenipitoisille teräksille. Yrityksen sisäisesti hyödyntämällä uusi tuote tuo mukanaan haluttuja säästöjä.

3.4 Kilpailevat tuotteet

Kilpailija-analyysissä käsitellään tarjolla olevia vaihtoehtoisia tuotteita, joita voitaisiin korvata ferrokromimolybdeenillä. Analyysi keskittyy teräs- ja valimoteollisuuden ratkaisuihin.

Molybdeenille voi olla sekä ensisijaisia, että toissijaisia lähteitä. Yleisimmät ensisijaiset lähteet ovat molybdeenitrioksidi (MoO_3) ja ferromolybdeeni (FeMo). Yleisin toissijainen lähde on molybdeenipitoinen kierrätysteräs. Näitä kolmesta vaihtoehdosta kierrätysromu on halvin. Kierrätysteräksen saatavuus ja Mo-pitoisuus vaihtelee, joten sen osuus seoksen kokonaismolybdeenin määrästä vaihtelee 10-50 % välillä. Ideaalilanteessa kaikki molybdeeni saataisiin kierrätysteräksestä, mutta käytännössä se ei ole mahdollista. (IMO A 2021a)

Taulukko 6. Seostukseen käytetyt molybdeenituotteet ja käyttötarkoitukset (mukaillen IMO A 2021a).

	Superseos	Ruostumaton teräs	Seosteräs	Työkaluteräs ja pikateräs	Valurauta
Molybdeeni-oksidi		X	X	X	
Ferromolybdeeni		X	X	X	X
Molybdeeni-pelletti	X				

Tässä osiossa on vertailtu kilpailevien tuotteiden hintoja, niiden käyttöön liittyviä työvaiheita ja lisämateriaaleja sekä molybdeenin saantia eri tuotteiden välillä. Myös eri käyttötarkoitukset vaativat eri työvaiheita ja ne on otettu huomioon. Analyysissä on laskettu, kuinka paljon eri molybdeenin lähteiden käyttö maksaa valmiissa tuotteessa yhtä prosenttiyksikköä kohden.

Yksi esimerkki molybdeeniä sisältävästä ruostumattomasta teräksestä on EN - 1.4410 (ASTM – S32750). Sen koostumuksessa on 25 % kromia, 7 % nikkeliä, 4 % molybdeeniä ja 0,02 % hiiltä (Outokumpu 2021b).

Valuraudan esimerkkikoostumus on haettu standardeja tutkimalla. On olemassa useita kromia ja molybdeeniä sisältäviä valuteräslajeja, mutta seuraavat kaksi valittiin, sillä niiden hiilipitoisuus mahdollistaa korkeahiilisen FeCrMo :n käytön.

Taulukko 7. Esimerkki valuteräslajien koostumuksista (Iron Foundry 2021).

Nimi	C	Si	Cr	Mo
15% Cr-Mo	2,0-3,3	1,5 max	14,0-18,0	3,0 max
20% Cr-Mo	2,0-3,3	1-2,2	18,0-23,0	3,0 max

3.4.1 Ferromolybdeeni

Ferromolybdeeni on raudan ja molybdeenin seos, joka sisältää yli 65 % molybdeeniä, n. 30 % rautaa ja pieniä määriä muita seosaineita. (Liite 1) Ferromolybdeeniä käytetään ruostumattoman teräksen, erikoisteräksen, pikateräksen ja valuraudan valmistukseen. Näistä neljästä käyttökohteesta valurauta on sellainen, johon molybdeeni lisätään yksinomaan FeMo:n muodossa. Muihin kohteisiin käytetään myös molybdeenitrioksidia. Ruostumattoman teräksen tuotannossa FeMo lisätään yleensä AOD-konvertteriin tai senkkauuniin ja sen käyttö on yleisintä silloin kun molybdeenilisäyksen tarve on pieni. (IMO 2021a)

Ferromolybdeenin etuna on sen nopea liukeneminen sulan joukkoon sekä korkea molybdeenin saanti. FeMo on myös yksinkertaista seostaa, sillä pelkistimiä ei tarvita, eikä kuonaa muodostavia reaktioita synny. Sen käyttöä kuitenkin rajoittaa kallis hinta. (Zhu ym. 2015)

Vuonna 2020 ferromolybdeenin sisältämän molybdeenin hinnan keskiarvo on ollut 17,86 €/kg (Liite 1).

Seostuskustannus

Hinnan laskeminen molybdeenilisäykselle FeMo:n avulla on yksinkertaista. Seostaminen ei vaadi ylimääräisiä materiaaleja, joten hinta koostuu vain lisätyn FeMo:n sisältämän molybdeenin määrästä. Ruostumattoman teräksen ja valuteräksen suhteen seostus

noudattaa samaa kaavaa. Valmiin seoksen molybdeenipitoisuuden nostaminen yhdellä prosentilla maksaa:

$$1\% * 17,86 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 178,6 \text{ €/t}$$

Ferromolybdeenin sulatus vaatii kuitenkin jonkin verran energiaa. Prosentin seostus laskee koko seoksen lämpötilaa n. 22 °C. (Deeley, Kundig ja Spendelow 1981, s. 121) Lämpötilan nosto vaatii hieman energiaa, joka saadaan yleensä hapettuvasta piistä tai valokaariuunissa sähköenergiasta. Lämmönnostotarve on kuitenkin niin pieni, että se voidaan jättää huomioimatta.

3.4.2 Molybdeenitrioksidi

Molybdeenitrioksidi on etenkin ruostumattoman teräksen valmistuksessa pääasiallinen molybdeenin lähde. Sen kemiallinen kaava on MoO_3 ja se sisältää 56-58 % molybdeeniä, 40 % happea ja pieniä määriä muita alkuaineita. Molybdeenitrioksidia käytetään ruostumattoman teräksen, erikoisteräksen ja pikateräksen sekä ferromolybdeenin valmistukseen. (IMO 2021a)

Molybdeenitrioksidin sisältämän molybdeenin vuoden 2020 keskihinta on ollut 16,00 €/kg (Liite 1). Kun MoO_3 sisältää 57 % molybdeeniä, sen hinta on 9,12 €/kg.

Haastattelujen perusteella molybdeenitrioksidin seostus tapahtuu pääasiassa valokaariuuniin panostamalla. Uunissa molybdeeni täytyy pelkistää ja se tapahtuu piin avulla. Piin pelkistäessä molybdeenitrioksidia, muodostuu piidioksidia, joka siirtyy osaksi kuonaa. Haluttu kuonankoostumus on tarkkaan määriteltä, joten SiO_2 :n kasvattaessa kuonan massaa, koostumusta täytyy muokata lisäämällä kalkkia. Molybdeenitrioksidi voidaan panostaa myös AOD-konvertteriin, johon pätee samat säännöt kuin valokaariuuniin.

Kun valmiin seoksen molybdeenipitoisuutta halutaan lisätä 1 %, täytyy molybdeeniä lisätä 10 kg/t. Tämä tarkoittaa 17,5 kg/t molybdeenitrioksidia. Ferropiitä, jonka pii pelkistää molybdeenin, tarvitaan 5,85 kg/t. Reaktiossa muodostuu 9,39 kg/t SiO_2 :a,

jolloin kuonankoostumuksen tasapainottamiseksi kalkkia (CaO) tulee lisätä 18,78 kg/t. Materiaalien määrät ja hinnat ovat laskettu taulukkoon 8.

Taulukko 8. Molybdeenitrioksidin ja siihen liittyvien seosaineiden hinnat.

Seosaine	Hinta €/kg	Määrä kg	Hinta €/t valmista tuotetta
MoO₃	9,12	17,5	159,6
FeSi	1,04	5,85	6,08
CaO	0,1	18,78	1,88
		Yht.	167,56

Valmiin tuotteen molybdeenipitoisuuden kasvattaminen yhdellä prosentilla maksaa molybdeenitrioksidia käyttämällä 167,56 €/t, kun otetaan huomioon kaikki muut siihen liittyvät seosaineet.

Molybdeenitrioksidin huono puoli on sen vaikutus kuonamäärän kasvuun. Jokaista valmista tuotetonna kohden muodostuu kuonaa 28,17 kg. 100 t sulatuksessa se vastaa liki 3 t ylimääräistä kuonaa, joka voi vaikeuttaa varsinaista mellotusprosessia ja joka täytyy joko kierrättää tai käsitellä ympäristöluvan mukaisesti.

4 TUOTTEISTUSSKENAARIOT

Tämän osion tarkoituksena on vastata toiseen ja kolmanteen tutkimuskysymykseen. Ensin käydään läpi muodostetut skenaariot ja vastataan kysymykseen ”Mitkä ovat tuotteistusvaihtoehdot case-yrityksen tuotteen kohdalla?”. Kun vaihtoehdot ovat selvillä käsitellään kolmas kysymys eli ”Mitkä ovat valittujen skenaarioiden taloudelliset hyödyt?”.

4.1 Skenaariotyöpaja

Työpajassa pohdittiin, kuka on tuotteen asiakas, millainen tuote vastaa parhaimmalla tavalla asiakkaan tarpeeseen ja mitä tuotannollisia rajoituksia tuotteen valmistukselle on. Skenaarioita muodostui kaksi kappaletta. Ensimmäisessä skenaariossa tuote valmistetaan sisäiselle asiakkaalle eli Outokumpu Oy:n toisessa yksikössä sijaitsevalle terässulatolle. Toisessa skenaariossa tuotetta myydään ulkoiselle asiakkaalle.

Taulukko 9. Liiketoimintamalliskenaariot case-yrityksen tuotteelle.

Luokka	Tekijä	Skenaario 1	Skenaario 2
Tarjoama	Kokoonpano	Koostumus: Mo7Cr50 Analyysi tuotteen koostumuksesta.	Koostumus: Mo7Cr50 Analyysi tuotteen koostumuksesta
	Asiakas	Välitön asiakas on yrityksen oma terässulatto. Loppukäyttö duplex-terästen valmistuksessa.	Valimot, jotka valmistavat molybdeenipitoisia valuteräksiä.
	Myynnin lähestymistapa	Suoramyynti yhdelle asiakkaalle ilman välittäjää.	Myynti välittäjän kautta loppukäyttäjille.
Tilaus-toimitusprosessi	Rakenne	Ketjuutunut tilaus-toimitusprosessi.	Ketjuutunut tilaus-toimitusprosessi.
	Verkostossa toimijat	Raaka-aine toimittajat, prosessointi yrityksen sisällä, kuljetus.	Raaka-aine toimittajat, prosessointi yrityksen sisällä, kuljetus, välittäjä.
	Verkoston koko	Pieni, verkostoon kuuluu muutama raaka-ainetoimittaja ja 1 asiakas.	Pieni, verkostoon kuuluu muutama raaka-ainetoimittaja, 1 välittäjä, monta asiakasta
Ansaintamalli	Peruslogiikka	Yritys saa rahaa, kun tuote siirtyy asiakkaalle.	Yritys saa rahaa, kun tuote siirtyy välittäjälle.
	Kulu- ja hinnoittelurakenne	Tuotteen hinta lasketaan sen sisältämien Mo, Cr ja Fe maailman-markkinahintojen mukaan ja siihen lisätään preemio.	Tuotteen hinta lasketaan sen sisältämien Mo, Cr ja Fe maailman-markkinahintojen mukaan ja siihen lisätään preemio.
	Markkinat	Aluksi vain yksi asiakas. Myöhemmin mahdollista laajentaa ruostumatonta duplex-terästä valmistaville markkinoille.	Kohderyhmänä kromia ja molybdeeniä sisältävien valuterästen valmistajat.

4.2 Skenaario 1

Skenaario 1 perustuu ajatukselle, että tuote myydään case-yrityksen omistamalle toisessa maassa sijaitsevalle terässulatolle ja käytetään siellä tiettyjen molybdeenin sisältävien duplex-terästen valmistukseen. Käyttötarkoitukselle on löydetty ideaali koostumus, jolle tuotanto asettaa joitain rajoitteita. Lisäksi tuotteelle on täytynyt määrittää oma tilaus-toimitusketju yrityksen sisällä.

4.2.1 Kaupalliset mahdollisuudet

Tuotteen valmistaminen sisäiseen käyttöön tarkoittaa sitä, että se hyödynnetään case-yrityksen toisessa tehtaassa duplex-teräksien tekoon. Asiakkaan tarve tuotteelle syntyy tuotteen tuomasta edullisemmasta ja yksinkertaisemmasta molybdeeniseostuksesta.

Sisäiselle asiakkaalle tarjotun tuotteen pitoisuudet voivat hieman vaihdella sovituiissa raameissa. Asiakkaalle toimitetaan tuotteen mukana analyysi, jonka perusteella asiakas käyttää kulloista FeCrMo-erää. Asiakkaalle tarjottu tuote on joko murskettua, jota voidaan hyödyntää AOD:lla tai suurempaa lohkaretta, jonka lisäys tapahtuu VKU:iin.

Ferrokromimolybdeenin hyödyntäminen ruostumattoman teräksen valmistuksessa on yksinkertaista, sillä sen seostaminen ei vaadi pelkistimiä tai kuonanmuodostajia, kuten molybdeenitrioksidi. Tuotteen ansiosta asiakas pystyy kasvattamaan panoskokoaan n. 3 %, sillä prosessissa ei synny ylimääräistä kuonaa, joka vie osan tuotantolaitteen tilavuudesta. Kustannus, joka ferrokromimolybdeenin käytöstä syntyy, saadaan laskettua raaka-aineen hinnan mukaan. FeCrMo korvaa sekä muut molybdeenin lähteet, että osan lisättävästä ferrokromista. Se täytyy ottaa huomioon laskentaa tehdessä.

Asiakkaan käyttäessä FeCrMo:a molybdeenin seostukseen, lopputuotteen molybdeenipitoisuus kasvaa prosentoin, kun FeCrMo:a seostetaan 143 kg/t. Molybdeeniseostuksen hinta voidaan laskea kertomalla määrä FeCrMo:n hinnalla ja

vähentämällä siitä seoksessa olevan ferrokromin ja raudan hinta, sillä FeCrMo:n sisältämä ferrokromi ja rauta pienentää asiakkaan muuta seostustarvetta.

Sisäinen asiakas voi käyttää ja vastaanottaa tuotetta suuria määriä. CRK-konvertterin vuotuisella vapaalla kapasiteetilla tuotetta voidaan valmistaa noin 30 000 tonnia vuodessa. Arvioidaan, että sisäinen asiakas pystyy hyödyntämään tästä määrästä 20 000 t vuodessa.

Molybdeeniseostuksen hinnan FeCrMo:a käytettäessä on oltava pienempi, kuin FeMo:a tai MoO₃ käytettäessä, jotta sen käyttö on kannattavaa asiakkaalle.

4.2.2 Tekninen toteutus

Tuotteen valmistus alkaa panostamalla ferrokromisulaa kromikonvertteriin (CRK). Ferrokromisulan kuljetus ja panostus tapahtuu kuten normaalia sulatusta aloittaessa. Puhalluksen aikana sulan joukkoon seostetaan molybdeenitrioksidi ja kuonanmuodostajat sekä puhalletaan suuttimien kautta paineilmaa, jotta sula sekoittuu ja halutut reaktiot muodostuvat. Haluttu molybdeenipitoisuus lopussa on 7 %, joten seostettavan molybdeenitrioksidin määrä saadaan kertomalla ferrokromin massa luvulla 0,13. Taulukossa 10 esitellään lähtökoostumus, alkuaineiden muutokset ja loppukoostumus. Muodostuneen SiO₂:n mukaan määritetään tarvittava kuonanmuodostajien määrä. Valmiin tuotteen määrä on hieman enemmän, kuin alussa panostetun ferrokromin massa ja se voi vaihdella n. 40-80 t välillä.

Taulukko 10. CRK-prosessin lähtö- ja loppukoostumukset.

	Määrä (t)	Sula						Kuona
		Cr	Si	C	Mo	Fe	MoO ₃	SiO ₂
FeCr	50	54 %	4 %	7 %		35 %		
MoO₃	6,5						100 %	
FeSi	1		75 %			25 %		
Lähtöaineet (t)	57,5	27	2,75	3,5	0	17,75	6,5	
Lähtökoostumus		47 %	5 %	6 %	0 %	31 %	11 %	
Muutos t		0	-1,6	0	+3,7	0	-6,5	+3,5
Loppukoostumus (sula)	54	50 %	2,1 %	6,5 %	7 %	33 %	0,0 %	
Loppukoostumus (kuona) t								3,5

Ainetaetta laskettaessa saadaan tarvittavien raaka-aineiden määrät sekä muodostuneen SiO₂:n määrä. Kuonankoostumuksen tasapainottamiseksi kalkkia täytyy lisätä kaksinkertaisesti SiO₂:n verran. Raaka-aineiden lisäksi kustannuksia syntyy käytetyistä kaasuista, tulenkestävä kulumisesta ja kuonankäsittelystä. Lisäksi hintaan lisätään yleiskustannuksia 10 €/t.

Taulukko 11. FeCrMo valmistuskustannukset.

Kustannustekijä	Hinta €/t	Määrä t	Hinta €
FeCr	1 670	27	45 090
MoO ₃	16 000	3,7	59 280
CaO	100	7,0	696
Kaasut	100	1,5	150
FeSi	1 040	1	1 040
Tulenkestävät	40	54	2 161
Kuonankäsittelykustannukset	20	13,92	278
Yleiskustannukset	10	54	540
		Yht €	109 235
		Yht €/t	2 022

Kaikki kustannustekijät ovat listattuna taulukkoon 11. Laskelmien perusteella yhden tonnin valmistus maksaa 2022 €.

Puhalluksen jälkeen tuote kaadetaan senkkaan ja kuljetetaan takaisin ferrokromiuunin läheisyyteen, mistä löytyy välineet sulan valamiseksi. Sula valetaan valuojaan samaan tapaan, kuin ferrokromisula. Tällä hetkellä tuote voidaan valaa hätävaluojaan, mutta mikäli ferrokromimolybdeenin tuotanto suurenee, sen valamiselle täytyy kehittää oma valuoja.

Sisäiselle asiakkaalle tuotteen pieni palakoko ei ole tärkeä seikka, vaan asiakas voi hyödyntää isojakin lohkareita. Sen vuoksi tuotetta ei tarvitse valun jälkeen murskata. Riittää, että tuotteesta saa valun jälkeen tai sen aikana muodostettua lohkareita, joita on mahdollista siirrellä ja käsitellä.

Tuotteen logistiikka tehtaalta yrityksen toiselle tehtaalle tapahtuu lastaamalla tuote kontteihin ja kuljettamalla se laivalla, junalla tai rekalla kohteeseen. Tällaiseen kuljetukseen yrityksellä on valmiit toimintamallit, eikä niitä ole työn kannalta oleellista määrittää tarkemmin.

4.2.3 Strateginen sopivuus

Uuden tuotteen kehittäminen on yrityksen strategian mukaista. Tuotteen tulee kuitenkin olla kannattava yrityksen näkökulmasta ja sen vaikutusta yrityksen muihin tuotteisiin tulee arvioida.

FeCrMo korvaa sisäiselle asiakkaalle myydessä osan käytettävästä ferrokromista ja molybdeenistä. Outokumpu ei ole ennen valmistanut molybdeeniä sisältäviä ferroseoksia eli tuote korvaa muita kilpailevia molybdeeninlähteitä. Sen sijaan tuotekannibalismia ilmenee yrityksen valmistamaa ferrokromia kohtaan, sillä FeCrMo:n käyttäminen laskee asiakkaan muuta ferrokromin tarvetta. Kannibalismi ei kuitenkaan ole haitallista, sillä oletetaan, että ferrokromin prosessointi ferrokromimolybdeeniksi tuottaa yritykselle suuremman voiton.

Tuotteen sisäisellä käytöllä saavutetaan myös kustannussäästöjä, sillä sen käyttö laskee tuotantokustannuksia sekä kasvattaa duplex-terästen tuotantokapasiteettia, sillä seostuksessa ei synny ylimääräistä kuonaa.

4.3 Skenaario 2

Tuotteistusskenaario 2 on luotu ferrokromimolybdeenin valmistukseen ja myyntiin teräsvalimoita varten. Kohdeasiakkaana on valimot, jotka kykenevät käsittelemään korkeahiilistä tuotetta

4.3.1 Kaupalliset mahdollisuudet

Toisen skenaarion mahdollisina asiakkaina ovat valuteräksiä valmistavat valimot. Tällaisia valimoita sijaitsee Suomessa kolme kappaletta ja Ruotsissa yli kymmenen. Suurin osa valimoista eivät kykene poistamaan hiiltä tuotteistaan, jolloin FeCrMo:n mukana tuleva hiili on myynnin este. Hyvin pieni määrä valimoita, kuten Lokomo Suomessa omistaa laitteistot hiilenpoistolle, jolloin myös korkeahiilisiä vaihtoehtoja voidaan hyödyntää. Skenaario 2 tuote kohdistuu valimoille, joilla on mahdollisuus seostaa korkeahiilisiä seoksia ja valimoille, joiden lopputuote sisältää hiiltä, sillä FeCrMo:n valmistus hiilettömänä ei tällä hetkellä ole mahdollista. Business case -analyysiä laskettaessa tulee ottaa huomioon FeCrMo:n hiilenpoistosta asiakkaalle koituvat lisäkustannukset.

Skenaario 2:n asiakkaalle tarjottu tuote on koostumukseltaan samanlaista, kuin ensimmäisessä skenaariossa. Asiakas hyötyy tuotteesta, mikäli sen avulla voidaan toteuttaa molybdeeniseostus ferromolybdeeniä edullisempaan hintaan. Valimoasiakkaille myytävän tuotteen täytyy olla hyvin pientä palakokoa. Tuote täytyy valun jälkeen murskata 10-50 mm palakokoon.

Valimoille myytävät erät ovat hyvin pieniä, 10-15 tonnia kerrallaan, joten soveltuvien vaihtoehtojen käyttöä välittäjää, jonka kautta tuote myydään. Valmis tuote voidaan kuljettaa välittäjäyritykselle joko autolla tai meriteitse, riippuen välittäjän sijainnista. Pienille erille ja lähellä sijaitseville välittäjille autokuljetus on kannattavampi vaihtoehto.

4.3.2 Tekninen toteutus

Teknisesti tuotteen valmistus vastaa monin osin skenaario 1 valmistusta. Toisessa skenaariossa voidaan käyttää samaa kustannuslaskelmaa (Taulukko 10 ja 11) eli tuotteen valmistuskustannukset ovat 2022 €/t.

Kun tuote on valettu, kuten skenaariossa 1, se täytyy syöttää murskaimen läpi, jolloin päästään haluttuun palakokoon. Valmiin tuotteen koostumus voi vaikuttaa sen murskautuvuuteen. Murskautuvuuden selvittämiseksi tulisi tehdä testejä tuotannossa. Jos materiaali ei murskaudu haluttuun palakokoon, siihen voidaan lisätä piitä, jolloin murskautuvuus paranee. Tämä on mahdollista, koska tälle asiakassegmentille tuotteen piipitoisuus ei ollut ongelma.

4.3.3 Strateginen sopivuus

Skenaario 2:n strateginen soveltuvuus vastaa monin osin skenaario 1:stä, sillä kuten on todettu uuden tuotteen kehittäminen on yrityksen strategian mukaista. Tuotteen avulla yritys voi laajentaa tuoteportfoliotaan korkeasti seostettuihin ferroseoksiin sekä kasvattaa asiakkaiden määrää saavuttamalla uuden asiakassegmentin.

Tuotekannibalismia ilmenee, mutta kannibalismi ei kuitenkaan ole haitallista, sillä oletetaan, että ferrokromin prosessointi ferrokromimolybdeeniksi tuottaa yritykselle suuremman voiton. Kannibalismi on myös pientä, sillä skenaario 2:ssa ferrokromin sekä ferrokromimolybdeenin tuotantomäärät eroavat hyvin paljon toisistaan.

4.4 Business case -analyysi

4.4.1 Skenaario 1

Aiemmin tehtyjen laskujen mukaisesti tuotteen valmistus maksaa 2 022 €/t. Tuotteen hinta kuitenkin määräytyy sen sisältävien alkuaineiden maailmanmarkkinahintojen mukaan, johon lisätään yrityksen preemio. Pitoisuuksien mukaan laskettuna hinnaksi saadaan:

Taulukko 12. Tuotteen hinnoittelu maailmanmarkkinahintojen mukaisesti.

	Mo	Cr	Fe (romu)
Pitoisuus %	7	50	31
Hinta €/t	16 000	1 670	200
Hinta €/FeCrMo t	1 120	835	66
		Yht	2 021 €/t

Sekä alkuaineiden pitoisuuksien, että tuotteen valmistuskustannusten mukaisesti laskettuna päästään yhdenmukaiseen hintaan. Jotta yritys kykenee tekemään voittoa, tuotteen hintaan lisätään yrityksen itse määrittämä preemio.

Jotta saadaan selville preemion mahdollinen määrä, tulee laskea kuinka paljon tuote voi asiakkaalle enimmillään maksaa. Se selviää vertailemalla vaihtoehtoisten tuotteiden seostushintoja. Yhden prosenttiyksikön molybdeeniseostus maksaa asiakkaalle ferromolybdeeniä käyttämällä 178,6 €/t ja molybdeenitrioksidia käyttämällä 167,56 €/t. Oksidin käytössä täytyy huomioda sen muut vaikutukset prosessiin.

FeCrMo:ta täytyy lisätä 143 kg/t, jotta valmiin tuotteen molybdeenipitoisuus nousee 1 %. Molybdeeniseostuksen hinta saadaan vähentämällä tarvittavan FeCrMo:n hinnasta ferrokromin ja romun hinta, sillä seostustarve niiden osalta vähenee.

FeCrMo:n hinnan ollessa 2070 €/t, se on molybdeenitrioksidin kanssa saman hintainen vaihtoehto eli preemio voi olla väliltä 0-50 €/t. Jos tuote hyödynnetään oman yrityksen toisella tehtaalla, suuri preemio tuo valmistavalle tehtaalle tuottoja, muttei pienennä hyödyntävän tehtaan tuotantokustannuksia. Pieni preemio ei tuo tuloja valmistavalle tehtaalle, mutta pienentää hyödyntävän tehtaan tuotantokustannuksia. Mahdollinen myyntimäärä vuodessa on arviolta 20 000 t. 25 €/t preemiolla tuote tuo vuodessa valmistavalle tehtaalle 500 000 €/v tuloja sekä ostava tehdas säästää tuotantokustannuksissa 500 000 €/vuosi. Sisäinen asiakas saavuttaa tuotteen avulla myös prosessihyötyjä, kuten suurempi kapasiteetti. Jotta saadaan tietää todellinen säästö, muiden prosessihyötyjen arvo tulee selvittää.

4.4.2 Skenaario 2

Kuten skenaariossa 1, tuotteen hinta muodostuu sen sisältämien alkuaineiden pitoisuuksista ja niiden maailmanmarkkinahinnoista. FeCrMo:n myyntihinnaksi muodostui taulukon 12. mukaisesti 2021 €/t + preemio.

Valuteräsvalmistajat eivät käytä molybdeenitrioksidia, joten vertailussa tulee ottaa huomioon vain molybdeeniseostuksen hinta FeMo:a käyttämällä. 178,6 €/t.

Mellotuksen hinnaksi on arvioitu 100 €/t FeCrMo:a. Prosentin molybdeeniseostus tuotetta käyttäen kustantaa mellotus huomioon ottaen lopputuotteelle 174,29 €/t. Hinnasta on vähennetty tuotteessa oleva kromi ja romu, sillä ne vähentävät asiakkaan seostustarvetta.

FeCrMo:n hinnan ollessa valimoille 2051 €/t, sen käyttö on FeMo:n kanssa saman hintaista. Tämä mahdollistaa maksimissaan 30 € preemion. Tuotteen tulee olla myös asiakkaalle kannattavaa. 20€ preemiolla yritys tekee voittoa sekä asiakas säästää tuotantokustannuksissa.

Tuotteen menekkiä on hyvin vaikea arvioida. 5 % koko valimoteollisuuden molybdeeninkäytöstä tarkoittaa 2 800 tonnia FeCrMo:a vuodessa. Tällä määrällä ja 20 €/t preemiolla vuosituotto yritykselle olisi 56 000 €.

4.5 Suositukset

Skenaario 1 osoittautui yrityksen kannalta tuottavaksi vaihtoehdoksi. Tuotteen valmistaminen yrityksen omistaman toisen tehtaan tarpeisiin tuo valmistavalle tehtaalle 500 000 € voiton vuodessa ja pienentää asiakastehtaan tuotantokustannuksia saman verran. Vuotuinen kokonaishyöty yrityksen kannalta on 1 000 000 euroa.

Skenaario 2 osoittautui ongelmallisemmaksi tuotteen hiilipitoisuuden vuoksi. Vaihtoehto vaikutti aluksi kannattavalta, mutta korkeahiilisen FeCrMo:n markkinat osoittautuivat hyvin epävarmoiksi, sillä harva valimo omistaa laitteita, joilla voidaan poistaa hiiltä

sulasta. Samalla mellotus tuo lisätyötä kohdeyritykselle ja halvemmasta hinnasta huolimatta yritys voi mieluummin käyttää helposti seostettavaa FeMo:a. Mahdollista menekkiä oli hyvin vaikea ennustaa, mutta yhden arvion mukaan 2 800 t vuosituoannolla yritys kykenisi tekemään 56 000 € tuoton.

Tutkimuksen perusteella ensimmäisen skenaarion toteuttamista voidaan suositella yritykselle perustuen sen tuomien tuottojen ja säästöjen kokonaisvaikutukseen yrityksen sisällä. Tuotetta kannatta tarjota toisen skenaarion mahdollisille asiakkaille, sillä siten saadaan tarkempaa tietoa mahdollisista markkinoista ja kehitysideoista.

5 ARVIOINTI JA YHTEENVETO

Tässä osiossa käydään läpi työtä itsessään. Ensimmäisenä esitellään työn tulokset tutkimuskysymysten kautta. Toisena arvioidaan työtä sen validiteetin ja reliabiliteetin suhteen. Kolmantena käydään läpi työn edetessä syntyneitä jatkotutkimustarpeita.

5.1 Työn päätulokset

Työn tarkoituksena on selvittää mitä eri keinoja käytetään prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa, millaisia tuotteistusskenaarioita kohdeyrityksen tuotteella voi olla ja miten eri skenaarioita voidaan analysoida.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli ”Mitä keinoja käytetään prosessiteollisuuden tuotteiden tuotteistamisessa?” ja siihen vastattiin kirjallisuuskatsauksessa. Kirjallisuuden perusteella tuotteistus tarkoittaa aineettomien ja aineellisten elementtien yhdistämistä tuotteeksi, jolla on kaupalliset valmiudet. Tuotteistamisen ansiosta asiakkaalle myytävä tuote on standardoitu ja asiakas tietää mitä ostaessaan saa. Konseptin voi jakaa sisäiseen ja ulkoiseen tuotteistamiseen ja tätä rakennetta käytettiin hyväksi läpi työn. Tuotteistus täytyy ottaa huomioon tuotekehityksen kaikissa vaiheissa. Tuotteistusvaihtoehtoja voidaan luoda liiketoimintamallin avulla.

Toinen tutkimuskysymys oli ”Mitkä ovat tuotteistusvaihtoehdot case-yrityksen tuotteen kohdalla?” ja siihen vastattiin tutkivan empirian jälkeen. Liiketoimintamallia hyödyntämällä tuotteelle luotiin kaksi tuotteistusvaihtoehtoa. Vaihtoehdot esiteltiin käymällä läpi niiden kaupalliset mahdollisuudet, tekniset edellytykset ja strateginen sopivuus. Ensimmäinen vaihtoehto oli tuottaa raaka-ainetta yhtiön omaan sisäiseen käyttöön ja toinen vaihtoehto oli myydä tuotetta ulkoiselle asiakkaalle. Tuotteistusskenaarioissa oli paljon yhtäläisyyksiä toisiinsa nähden, mutta myös erilaisia vaatimuksia tuotteen ominaisuuksien suhteen.

Kolmas kysymys oli ”Mitkä ovat skenaarioiden taloudelliset hyödyt business case -analyysin perusteella?”. Siihen vastattiin myös empirian jälkeen analyysiosiossa.

Analysointiin käytettiin hyödyksi business case -analyysiä. Analyysin osa-alueet eli kaupallinen, tekninen ja strateginen puoli käytiin läpi samalla kun tuotteistusskenaariot esiteltiin. Kaupallisesta analyysistä saatiin arvio skenaarioiden mahdollisista myynneistä ja teknisestä analyysistä saatiin tuotteen kustannusarvio. Kävi ilmi, että skenaario 1 on yrityksen kannalta kannattava vaihtoehto, mutta skenaario 2 ei sellaisenaan tuo suurta tuottoa, vaan sitä tulee jatkojalostaa etsimällä oikeita kohdeyrityksiä.

5.2 Tutkimuksen arviointi

Työn arviointi tapahtuu sen validiteetin ja reliabiliteetin kautta. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin valitut tutkimusmenetelmät mittaavat mitattavaa kohdetta ja vastataanko tutkimuksessa tutkimuskysymyksiin. Reliabiliteetti kertoo, kuinka helposti tutkimus on toistettavissa ja päädytäänkö toistetulla tutkimuksella samoihin johtopäätöksiin. (Saunders, Lewis & Thornhill 2016)

Tutkimusmenetelmiksi valikoitui kirjallisuuskatsaus, työpaja sekä työpajaa tukevat haastattelut. Kirjallisuuskatsaus poimii laajasti tietoa käsiteltävistä aiheista ja siinä on käytetty useita eri lähteitä. Työpajaan ja haastatteluihin osallistui henkilöitä yrityksen eri osastoilta sekä referenssiasiakasyrityksistä. Haastateltavilla oli kattava kokemus, mutta haastateltavien määrä oli suhteellisen pieni, 9 henkilöä. Tutkimuksessa oli kolme tutkimuskysymystä, joista kaikkiin saatiin työn edetessä vastattua.

Työ on toistettavissa samoin menetelmin. Kirjallisuuskatsauksessa kuvattua teoriaa tuotteistamisesta ja viitekehystä liiketoimintamallia muodostaessa voidaan käyttää yhä uudelleen ja uudelleen, mutta eri ihmisiä haastatteleamalla voidaan samalle tuotteelle muodostaa erilaisia skenaarioita. Business case -analyysi voidaan muodostaa samoin periaattein, mutta laskelmia tehdessä lähtötiedot voivat vaihdella. Materiaalien hinnat, tuotantomäärät tai tuotteen mahdollinen hinta vaihtelevat maailmanmarkkinoiden suhteen, joten yhtenä vuonna laskennallisesti kannattava tuote voi toisena vuonna olla kannattamaton.

5.3 Jatkotutkimustarpeet

Työssä luotiin kaksi vaihtoehtoista tuotteistusskenaariota halutulle tuotteelle. Suorittamalla tutkimuksen uudelleen, voidaan löytää uusia mahdollisia skenaarioita. Yksin niistä voisi olla tuotteen myynti kilpaileville ruostumattoman teräksen valmistajille. Se vaihtoehto jätettiin tietoisesti tästä työstä ulkopuolelle, sillä yritys haluaa selvittää tuotteen käytettävyyden ja epäsuorat hyödyt ennen ulkoisia asiakkaita.

Työssä käsitellyn tuotteen valmistusta ei voitu työn aikana testata tuotannossa. Yhtenä jatkotutkimuksen aiheena voisi olla käytännön testit, joiden avulla todelliset materiaalien tarpeet saadaan selville ja niitä voidaan verrata työssä esitettyihin teoreettisiin laskuihin. Koe-erien valmistus mahdollistaa myös tuotteen testauksen asiakasyrityksessä. On myös epäselvää, kuinka murskautuvaa valmis tuote on. Myös tämä saadaan selville tuotantotesteillä ja mikäli tuote ei ole murskattavissa, tulee selvittää, millä kustannuksilla tuote saadaan myytävään palakokoon. Se voisi olla esimerkiksi tutkimus, jossa selvitetään mahdollisuutta muokata valuojen rakennetta tai kustannusarvio granulointilaitteistolle tai harkkovalukoneelle.

Lisäksi molybdeenin saantiprosentti eri raaka-aineiden välillä olisi mielenkiintoinen selvityskohde. Jos saannissa on suuria vaihteluita, se voi vaikuttaa huomattavasti eri raaka-aineiden rahalliseen hyötyyn, sillä matala saanti synnyttää arvokkaan molybdeenin hukkaa.

LÄHDELUETTELO

Al-Debei, M. M., El-Haddadeh, R., & Avison, D. (2008). Towards a business model for cellular network and telecommunication operators: a theoretical framework. In: Proceedings of the 13th Conference of the UK Academy for Information Systems, Bournemouth, UK.

Berghout, E., & Tan, C. W. (2013). Understanding the impact of business cases on IT investment decisions: An analysis of municipal e-government projects. *Information & management*, 50(7), 489-506.

Casadesus-Masanell, R., & Ricart, J. E. (2011). How to design a winning business model. *Harvard business review*, 89(1/2), 100-107.

Collins (2021). Collins English dictionary. [verkkodokumentti]. HarperCollins Publishers. Saatavissa: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english> [viitattu 4.4.2021].

Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33(3), 44-54.

Cooper, R. G. (1991). *Winning at New Products* (5 pr.). Addison-Wesley. 273p. ISBN 0-201-12038-0.

Deeley, P. D., Kundig, K. J. A., & Spendelow, Jr. (1981). *Ferroalloys & Alloying Additives Handbook*. Shieldalloy Corporation. 127 p. ISBN 0-9606196-0-7.

Fransoo, J. C., & Rutten, W. G. (1994). A typology of production control situations in process industries. *International Journal of Operations & Production Management*. 14(12), 47-57.

Gasik, M. (Ed.). (2013). *Handbook of ferroalloys: Theory and technology*. Elsevier/Butterworth-Heinemann. 536 p. ISBN 978-0-08-097753-9.

Härkönen, J., Haapasalo, H., & Hänninen, K. (2015). Productisation: A review and research agenda. *International Journal of Production Economics*, 164(2015), 65-82.

Härkönen, S., & Seitsara, J. (2014). *Teräskirja*. Helsinki: Metallinjalostajat ry. 112 p. ISBN 978-952-238-120-0 .

Herrmann, J. W., Cooper, J., Gupta, S. K., Hayes, C. C., Ishii, K., Kazmer, D., ... & Wood, W. H. (2004). New directions in design for manufacturing. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. Vol. 46962, pp. 853-861.

IMOA. (2021a). International Molybdenum Association - Meltstock Mo products. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.imoa.info/molybdenum/molybdenum-meltstock-products.php> [viitattu 5.4.2021].

IMOA. (2021b). International Molybdenum Association - Uses of new Molybdenum. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-uses.php> [viitattu 5.4.2021].

Iron Foundry. (2021). ASTM A532 Standard Specification for Abrasion-Resistant Cast Iron - DANDONG FUDING ENGINEERING MACHINERY CO., LTD. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.iron-foundry.com/ASTM-A532-Standard-Abrasion-Resistant-Cast-Iron.html> [viitattu 5.4.2021].

Jaakkola, E. (2011). Unraveling the practices of “productization” in professional service firms. *Scandinavian journal of management*, 27(2), 221-230.

Kahn, K. B. (2013). *The PDMA handbook of new product development* (3rd ed.). Product Development & Management Association, Wiley. 492 p. ISBN 9780470648209 eBook.

Kaimio, J., Honkala, J., Halinen, A. & Ahonen, P. (2005). *Factum: Uusi tietosanakirja*. 6, pid-sl. 447 p. Weilin + Göös. ISBN 951-35-6646-3.

Kinnunen, T., Pekuri, A., Haapasalo, H., & Kuvaja, P. (2011). Business case analysis in new product development. *Global journal of management and business research*, 11(2), 49-56.

Kropsu-Vehkaperä, H. (2012). Enhancing understanding of company-wide product data management in ICT companies. *Acta Universitatis Ouluensis, C Technica*, 418, University of Oulu, Finland.

Kropsu-Vehkaperä, H., Haapasalo, H., Harkonen, J., & Silvola, R. (2009). Product data management practices in high-tech companies. *Industrial Management & Data Systems*, 109(6), 758–774.

Magretta, J., 2002. Why business models matter. *Harvard Business Review*, 80 (5), 86-92.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, 16(1), 1.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Clark, T. & Pijl, P. v. d. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers* (1st edition.). Wiley. 278 p. ISBN 2839905809.

Outokumpu (2021a). Osavuosikatsaus, Outokumpu Oy. [verkkodokumentti] Haettu osoitteesta: <https://otke-cdn.outokumpu.com/-/media/files/investors/interim-reports/outokummun-tammi-maaliskuun-2021-osavuosikatsaus.pdf?revision=a44abee5-cd64-467f-860a-1675a2422c18&modified=20210506060203&hash=7E6B6A60C3D4AA4C7FBB29B3C52A2B98> [viitattu 28.6.2021]..

Outokumpu (2021b). Products – Supra, Outokumpu Oy [verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.outokumpu.com/fi-fi/products/product-ranges/supra> [viitattu 7.6.2021].

Outokumpu (2021c). Tornio Ferrochrome, Outokumpu Oy [verkkodokumentti]
 Saatavissa: <https://www.outokumpu.com/fi-fi/locations/tornioferrochrome> [viitattu 7.5.2021].

Outokumpu (2020). Outokumpu new strategy, Outokumpu Oy. Haettu osoitteesta:
<https://otke-cdn.outokumpu.com/-/media/files/investors/presentations/outokumpu-strategy-presentation-2020.pdf?revision=2f11bf3d-47e8-43b5-884d-84fdc628bba1&modified=20201105123717&hash=3C0198850E8B6D435E3F0597AB69E50F> [viitattu 18.6.2021].

Poli, C. (2001). Design for manufacturing: A structured approach. Butterworth-Heinemann. 376 p. ISBN 978-0-7506-7341-9.

Pretorius, E (2015). Fundamentals of EAF and ladle slags and ladle refining principles. Bakers Refractories.

Salmi, T.O., Mikkola, J.-P., & Wärnå, J.P. (2018). Chemical Reaction Engineering and Reactor Technology, Second Edition (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC. 644 p. ISBN 9780429108969 eBook.

Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A., 2016. Research methods for business students. Seventh edition. Harlow: Pearson Education, 572 p. ISBN 9781292016641 eBook.

Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L. & Meriläinen, P. (2005). MAOL-taulukot (1. uud. p.). Otava. 167 p. ISBN 978-951-1-20607-1.

Simula, H., Lehtimäki, T., & Salo, J. (2008). Re-thinking the product: from innovative technology to productized offering. In Proceedings of the 19th international society for professional innovation management conference (XIX ISPIM), Tours, France, June 15-18.

Suikki, R. M., Goman, A. M., Haapasalo, H. J., 2006. A framework for creating business models – a challenge in convergence of high clock speed industry. *International Journal of Business Environment*, 1(2), 211–233.

Suominen, A., Kantola, J., & Tuominen, A. (2009). Reviewing and defining productization. In 20th Annual Conference of the International Society for Professional Innovation Management (ISPIM 2009).

Tolonen, A., Harkonen, J., & Haapasalo, H. (2014). Product portfolio management—Governance for commercial and technical portfolios over life cycle. *Technology and investment*, 5(04), 173.

Trott, P. (2008). *Innovation management and new product development*. Pearson education. 581 p. ISBN 9781292133423.

Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2012). *Product design and development* (5th ed.). McGraw-Hill Irwin. 415 p. ISBN 978-007-108695-0.

Zairi, M., Youssef, M.A.. (1995). Quality function deployment – A main pillar for successful total quality management and product development. *International Journal of Quality and Reliability Management* 12 (6), 9–23.

Zhu, H., Li, J., Xue, Z., & Wang, W. (2015). Study on reduction behavior of molybdenum trioxide in molten steel. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences* 22(2015), 460-464.

Zhuchkov, V. I., & Zayakin, O. V. (2019). Manufacturing and Application of Complex Ferroalloys. *KnE Materials Science*, 138-144.

LIITTEET

Liite 1. Raaka-aineiden maailmanmarkkinahintojen keskiarvot vuodelta 2020. (Metal Bullet)

Raaka- aine	Hinta	Yksikkö	Lisätietoja	Hinta €/kg
FeCr	0,90	USD/lb Cr	US \$ per lb contained chrome	1,67
FeMo	21,26	USD/kg Mo	65% Mo min, \$/kg Mo	17,86
FeSi	1040,19	EUR/mt	basis 75% Si (Scale pro rata)	1,04
MoOx	8,64	USD/lb Mo	\$ per lb Mo	16,00